ББК 32.884.19
В80

Составитель *Б. Г. Успенский*
Рецензент *А. Д. Шуб*
Редактор *М. Е. Орехова*
Художник *В. А. Клочков*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 105 /
В80 Сост. Б. Г. Успенский.— М.: ДОСААФ, 1989.— 80 с., ил.

30 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и и методика расчета некоторых их узлов. Материалы статей рассчитаны на творческое повторение в радиолюбительской практике.

Для широкого круга радиолюбителей.

В $\frac{2302020500-044}{072(02)-89}$ 107—89

ББК 32.884.19
6Ф2.9

ЗАПИСЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗВУКА

СИНХРОННЫЙ МАГНИТОФОН ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО КИНО

В. Вовченко, Б. Пороник

Разработка и выпуск аппаратуры для любительского звукового кино прекращены в связи с ориентацией на видеотехнику [1]. В этих условиях кинолюбители самостоятельно изготавливают различные приспособления и синхронизаторы, так как известные рекомендации [2] не всегда удовлетворяют требованиям. Перспективными являются цифровые синхронизаторы, позволяющие упростить процесс демонстрации фильма с раздельным звукоснимателем [3, 4]. Однако и они не решают проблему озвучивания 16-мм фильмов.

Описанное ниже цифровое синхронизирующее устройство, будучи установленным в кассетном магнитофоне, превращает его в синхронный для сопряжения с 8-мм и 16-мм кинопроекторами или бытовым видеомагнитофоном. Кинолюбителям предлагается устройство на принципе автоматического управления скоростью транспортирования магнитной ленты в зависимости от частоты кадросмены. Устройство не требует доработки проектора или видеомагнитофона, отличается относительной простотой электрической схемы и доступностью для повторения. В статье приведено описание доработки магнитофона «Весна-201 стерео», однако на базе изложенных принципов квалифицированный радиолюбитель сможет осуществить доработку магнитофонов и других типов.

Предлагаемая доработка магнитофона обеспечивает:
автоматический поиск начала фонограммы;
автоматический пуск и остановку магнитофона при запуске и остановке проектора (с сохранением синфазности);
автоматическое фазирование фонограммы с фильмом;
ручную корректировку фазы;

автоматическое поддержание синфазного движения лент в течение демонстрации всего фильма (с артикуляционной точностью);

визуальный контроль режима синхронизации;

возможность сопряжения с 16-мм, 8-мм кинопроекторами или бытовым видеомагнитофоном;

возможность сопряжения с кинокамерой (с установленным на ней датчиком частоты кадросмены) для осуществления синхронной записи;

возможность сопряжения нескольких доработанных магнитофонов с проектором при записи сложной фонограммы;

возможность использования магнитофона в штатном режиме при отключении фотодатчика.

При озвучивании любительских 8-мм кинофильмов обычно используются бытовые магнитофоны и сихронизаторы (СЭЛ-1, «Синхро-8»), действующие по принципу автоматического регулирования частоты проекции в соответствии со скоростью транспортирования магнитной ленты в магнитофоне. Такую систему относительно просто осуществить, поскольку 8-мм кинопроекторы оборудованы коллекторными двигателями, частоту вращения которых легко изменять.

Для 16-мм кинофильмов такой принцип практически неприемлем, так как проекторы комплектуются относительно мощными асинхронными двигателями, изменение частоты вращения которых требует больших доработок. В последнем случае становится более целесообразным использовать проектор в качестве ведущего, а магнитофон — в качестве ведомого устройства. Современные кассетные магнитофоны обычно имеют электронное устройство стабилизации скорости транспортирования магнитной ленты (МЛ). Воздействуя на это устройство внешним сигналом, можно в требуемых пределах регулировать скорость транспортирования ленты. Необходимый сигнал автоматического управления (СУ) вырабатывается в специальном устройстве, функциональная схема которого изображена на рис. 1.

На проекторе устанавливается фотодатчик (ФДП), сигнал от которого передает информацию о частоте проекции. В магнитофоне также устанавливается фотодатчик (ФДМ), сигнал которого характеризует частоту вращения тонвала. Сигналы фотодатчиков, пройдя формирователи и схему защиты от временных совпадений

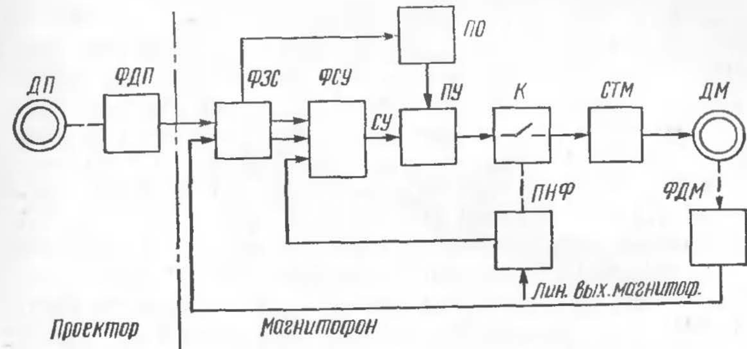


Рис. 1. Структурная схема устройства синхронизации:
ДП — двигатель проектора; ФДП — фотодатчик проектора; ФЗС — формирователь сигнала управлении и защиты от временных совпадений; ФСУ — формирователь сигнала управления; ПО — узел пуск-остановка; ПУ — преобразователь уровней; К — контакты реле; ПНФ — схема поиска начала фонограммы; ДМ — двигатель магнитофона; ФДМ — фотодатчик магнитофона

(ФЗС), поступают в формирователь сигнала управления (ФСУ), вырабатывающего сигнал импульсного регулирования скорости вращения двигателя магнитофона. В качестве ФСУ применен реверсивный счетчик.

Для исключения детонации звучания воспроизводимой фонограммы частота импульсного сигнала управления не должна быть меньше 30...50 Гц. Задача осложняется необходимостью позиционного согласования кино- и магнитной ленты (фазировки). Зарядка лент по начальным меткам и одновременный пуск проектора и магнитофона не обеспечивают синфазность движения лент вследствие различного времени пусковых характеристик аппаратов и нестабильности этих параметров. Сфазировать движение лент можно, если «запомнить» разницу времени запуска аппаратов и устранить возникшую позиционную ошибку в начале работы системы путем соответствующего регулирования скорости протяжки ленты. Поэтому сигнал автоматического управления в данной системе содержит две составляющие — фазирующую и синхронизирующую. Первая действует только в начале работы, до момента устранения позиционной ошибки, а далее управление осуществляется автоматически по синхронизирующей составляющей.

Синхронизирующее устройство дополнено цепью формирования сигнала «пуск-остановка» (ПО). Включение

проектора вызывает появление импульсов от ФДП. В узле ПО импульсы детектируются. Полученное постоянное напряжение является разрешающим сигналом для прохождения СУ от ФСУ через преобразователь уровней (ПУ) к штатному устройству стабилизации скорости транспортирования магнитной ленты (СТМ).

Удобству обслуживания системы служит и блок поиска начала фонограммы (ПНФ), куда с линейного выхода магнитофона поступает звуковой сигнал. В момент его появления срабатывает пороговое устройство, ключ К замыкается, подключая выход к СТМ. Если до этого момента проектор не был включен, то на выход устройства поступает сигнал остановки и магнитофон останавливается. При включении проектора произойдет запуск магнитофона, автоматическое фазирование фонограммы и затем синфазная работа магнитофона.

Описанное устройство реализовано на цифровых микросхемах широкого применения и представляет собой небольшую плату (90×100 мм), вследствие чего появилась возможность избавиться от традиционного автономного синхронизатора, разместив плату в магнитофоне.

Принципиальная схема устройства синхронизации изображена на рис. 2. Элементы DA1.1, DA1.2, DD1, DD2, DD3 входят в состав ФЗС. DD4 и DD5 образуют ФСУ. Преобразователь уровней ПУ собран на транзисторах VT3 и DA1.5. В цепь ПО входят DA1.3, VD8, R24, а в блок поиска начала фонограммы ПНФ входят транзисторы DA1.4, VT2 и реле К1.

В качестве фотодатчиков используются фотодиоды VD1 и VD2, освещаемые соответствующими лампочками EL1 и EL2. Световой поток лампочек прерывается обтюраторами с узкими прорезями, установленными на валу покадровой проекции кинопроектора и на маховике магнитофона. При частоте проекции 24 к/с с двумя прорезями в обтюраторе сигнал ФДП имеет частоту 48 Гц*. В магнитофоне типа «Весна» обтюратор с шестью прорезями закрепляется на маховике тонвала. При установившейся частоте вращения тонвала (8 об/с) частота сигнала от этого фотодатчика также будет равна 48 Гц.

* Для частоты кадросмены 16 к/с обтюратор должен иметь три прорези.

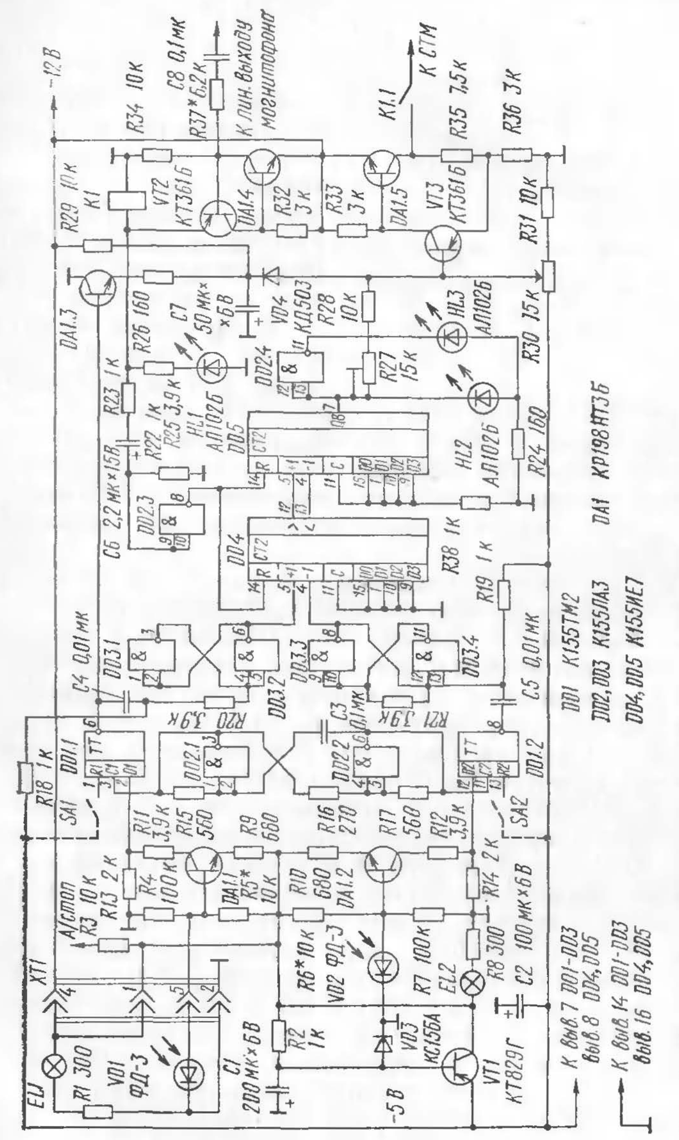


Рис. 2. Принципиальная схема устройства синхронизации

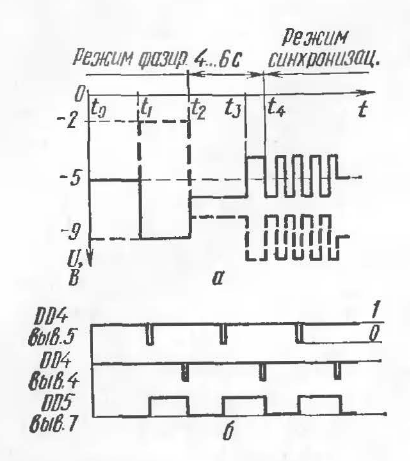


Рис. 3. Эпюры напряжений: а — на выходе устройства синхронизации; б — на выводах счетчика

Сигналы фотодатчиков, усиленные и ограниченные каскадами на транзисторах DA1.1, DA1.2, подвергаются обработке в цепях формирования и защиты от временных совпадений ФЗС.

В кассетных магнитофонах «Весна-201 стерео», «Электроника-302», «Парус-302», «Ритм-301» и других плюс источника питания соединен с общей шиной, поэтому выводы «+» питания микросхем соединяются с нею, а на выводы «—» питания микросхем подается напряжение —5 В от стабилизатора напряжения, собранного на элементах VT1, VD2.

Лентопротяжные механизмы большинства кассетных магнитофонов укомплектованы коллекторными двигателями: МД-035-9-А, M56NN или MHE-59D9U3, скорость вращения которых стабилизируется электронным устройством, содержащим потенциометр установки номинальной скорости транспортирования МЛ [5, с. 152, рис. 5. 15]. Потенциал движка этого потенциометра при номинальной скорости $V_н$ примерно равен —5 В (рис. 3, а, t_0—t_1). Изменение этого потенциала на ±1 В вызывает изменение скорости транспортирования ленты примерно на ±10...15 %. Для полной остановки магнитофона на движок необходимо подать потенциал около —9 В. Поскольку логические уровни микросхем отличаются от уровней, необходимых для управления двигателем, используется преобразователь уровней (ПУ), собранный на транзисторах VT3 и DA1.5. Потенциометр R30 позволяет изменять величину постоянной составляющей сигнала управления, а переменный резистор R27 — его размах, т. е. глубину отрицательной обратной связи в системе автоматического регулирования. Если проектор остановлен, транзистор DA1.3 заперт, его эмиттер и катод диода VD2 находятся под потенциалом около —9 В,

диод открыт и шунтирует вход ПУ, в результате на выходе ПУ образуется сигнал остановки магнитофона —9 В (рис. 3, а, t_1—t_2). При включении проектора импульсы с вывода 6 DD1 через эмиттерный повторитель DA1.3 разряжают конденсатор C7. Диод VD4 запирается и перестает шунтировать вход ПУ, на который с вывода 7 DD5 начинают поступать сигналы управления скоростью двигателя магнитофона *.

Транзисторы VT2 и DA1.4 образуют аналог тринистора (порогового устройства), срабатывающего от сигнала с линейного выхода магнитофона. Нормально обмотки реле K1 обесточены, контакты реле K1.1 разомкнуты. Магнитофон работает в автономном режиме (рис. 3, а, t_0—t_1). В момент t_1 прихода сигнала «начало фонограммы» срабатывает реле K1. Перепад напряжения на эмиттере транзистора VT2 дифференцируется цепью C6, R22, инвертируется DD2.3 и подается на R-входы для обнуления счетчиков DD4, DD5.

Принцип формирования СУ с помощью реверсивного счетчика состоит в следующем: в исходном состоянии (рис. 3, а, t_1—t_2) в счетчике записано число «0» в двоичном коде. Выходное напряжение 8-го разряда счетчика (вывод 7 DD5) используется как управляющий сигнал. После включения проектора на вход «+1» (вывод 5) МС DD4 из ФСУ будут поступать обработанные импульсы ФДП, счет пойдет на увеличение. В результате действия цепей ПО диод VD4 заперт. Сигнал с вывода 7 DD5, пройдя ПУ и замкнутые контакты реле K1, вызовет запуск магнитофона со скоростью ниже номинальной (рис. 3, а, t_2—t_3). На вход «—1» (вывод 4) DD4 из ФСУ начнут поступать обработанные импульсы ФДМ. Поскольку скорость работы двигателя ниже номинальной, частота следования импульсов ФДМ меньше частоты ФДП, счет продолжает идти на увеличение. Когда разность в количестве импульсов, поступивших на входы «+1» и «—1», превысит 128, на выходе 8-го разряда счетчика зафиксируется уровень логической 1. Скорость работы двигателя увеличивается (t_3) и частота следования импульсов ФДМ станет больше частоты ФДП.

* Для магнитофонов, укомплектованных бесколлекторным двигателем БДС=0,2М, схема выходных цепей устройства синхронизации должна быть несколько видоизменена (см. раздел «Варианты схемы»).

2 8-3760

Далее счет пойдет на уменьшение. Как только разность количества импульсов станет меньше 128, уровень выходного сигнала счетчика примет значение логического 0, скорость работы двигателя уменьшится. Затем циклы могут повторяться. Изменения частоты вращения двигателя магнитофона начнутся после того, когда фонограмма «догонит» изобразительный ряд фильма, т. е. когда осуществится фазировка движения лент.

В процессе фазирования скорость работы двигателя изменялась примерно на ±10 % от номинального значения. В момент прохождения номинального значения скорости (t_3) частота следования импульсов ФДМ становится равной частоте следования импульсов ФДП. При этом в установившемся режиме импульсы ФДМ следуют с некоторым временным сдвигом относительно импульсов ФДП, поэтому очередной импульс ФДП переводит выходной уровень DD5 в состояние логической 1, а очередной импульс ФДМ — логического 0 (t_4). На выходе DD5 (вывод 7) образуется прямоугольное напряжение с частотой следования импульсов 48 Гц (рис. 3, б). Скважность полученного напряжения определяет постоянную составляющую тока двигателя магнитофона, а следовательно, и его скорость. Изменение скорости работы двигателя, в свою очередь, влияет на фазовый сдвиг импульсов ФДМ, а значит, и на скважность выходного управляющего напряжения. В установившемся режиме скважность СУ равна двум (меандр). Магнитофон «следит» за скоростью работы проектора.

Таким образом, счетчик при запуске системы определяет разность количества поступивших на его вход импульсов, в зависимости от чего выдает сигналы на замедленную (t_2—t_3) или ускоренную работу (t_3—t_4) двигателя, чем и достигается фазирование. В момент выравнивания количества импульсов и частоты их следования счетчик переходит в режим выработки сигнала синхронизации. При остановке системы без выключения напряжения питания счетчик «запоминает» разницу количества поступивших импульсов и «учитывает» ее при последующем запуске.

Поскольку частота сигнала управления в режиме синхронизации равна 48 Гц, то коэффициент детонации в этом режиме не больше, чем при использовании магнитофона в штатном режиме.

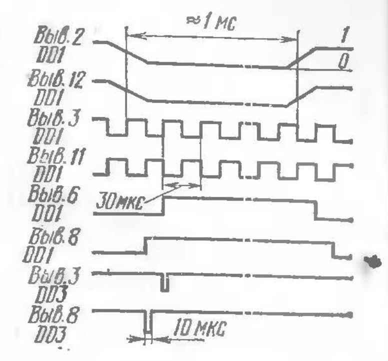


Рис. 4. Эпюры напряжений схемы формирования и защиты от временных совпадений

Для исключения неопределенности и сбоев в работе счетчика в период запуска системы, когда случается совпадение импульсов ФДП и ФДМ, применена схема защиты от совпадений (DD1, DD2.1, DD2.2 и DD3). Усиленные импульсы фотодатчиков, имеющие отрицательную полярность, с резисторов R13 и R14 поступают на D-входы триггеров DD1 (рис. 4). На тактовые входы триггеров поступают противофазные напряжения от генератора на элементах DD2.1 и DD2.2. На выходах триггеров образуются импульсы, фронты которых «привязаны» к положительным перепадам тактирующих импульсов. Поскольку фазы последних на тактовых входах C1 и C2 противоположны, то даже при полном совпадении импульсов на D-входах триггеров между передними фронтами выходных импульсов имеется временной сдвиг, равный половине периода тактирующего напряжения.

Импульсы с инверсных выходов микросхемы DD1 подвергаются дифференцированию цепями C4R10 и C5R21 и формированию при помощи триггеров Шмитта (DD3). С выводов 6, 8 элементов DD3 снимаются импульсы отрицательной полярности длительностью 10 мкс, которые и поступают на счетные входы «+1» и «—1» микросхемы DD4.

Светодиоды HL2 и HL3 являются индикаторами синхронности. На них подается противофазное управляющее напряжение. При низком уровне выходного напряжения светится HL2, а при высоком — HL3. Следовательно, по свечению диодов можно судить о состоянии счетчика. При переходе в режим синхронизации светятся оба диода. Причем в зависимости от скважности управляющего сигнала яркость свечения одного диода может стать меньше, а другого — больше. Об оптимальном режиме синхронизации свидетельствует одинаковая яркость их свечения.

Светодиод HL1 сигнализирует о переходе магнитофона в режим автоматического управления.

Фотодатчик проектора подсоединяется к схеме управления трехжильным кабелем через разъем выносной акустической системы магнитофона XT-1. Контакты 1, 4 этого разъема служат для подачи питания на схему синхронизации, при подключении фишки фотодатчика. Одновременно для блокирования системы «Автостоп» магнитофона «Весна-201 стерео» в режиме синхронной работы с проектором через резистор R3 подается отрицательное смещение на систему «Автостоп» [6, рис. 39]. Таким образом, для использования магнитофона в штатном режиме достаточно отсоединить фишку фотодатчика проектора.

Детали и конструкция. Как указывалось ранее, описанное синхронизирующее устройство встроено в магнитофон и питается от его блока питания. Вся электрическая схема устройства смонтирована на плате размерами 90×100 мм и располагается в магнитофоне у динамической головки. Транзистор VT1 снабжен небольшим радиатором. Микросборку КР198НТ3Б можно заменить отдельными транзисторами КТ315 или КТ342, а КТ361—КТ326. Транзистор КТ829Г можно заменить любым транзистором типа p-n-p с током коллектора до 200 мА. Реле К1 типа РЭС49, паспорт РС4.569.428. Плата соединяется с магнитофоном многожильным жгутом.

Конструкция фотодатчика магнитофона проста (рис. 5). Он состоит из двух частей: обтюратора (а), платы с фотодиодом типа ФДЗ и миниатюрной лампочкой накаливания СМН 6,3-20-24 (б). Обтюратор выполняется из плотной черной бумаги, разрезается по указанной линии и приклеивается на маховике тонвала. Плата с фотодиодом и лампочкой крепится на скобе упорных подшипников маховиков винтом, крепящим саму скобу. Вместо фотодиода типа ФДЗ можно использовать ФД1, а лампочка накаливания или светодиод могут быть любого типа с подбором гасящего сопротивления при необходимости.

Детали фотодатчика кинопроектора смонтированы в цилиндрическом корпусе стандартного разъема СГ-5 (рис. 6, а), в котором вместо группы штырьков установлена резиновая пробка с отверстием под фотодиод 3. Лампочка крепится в специальном кронштейне, выполненном из жести. Обтюратор может быть выполнен в

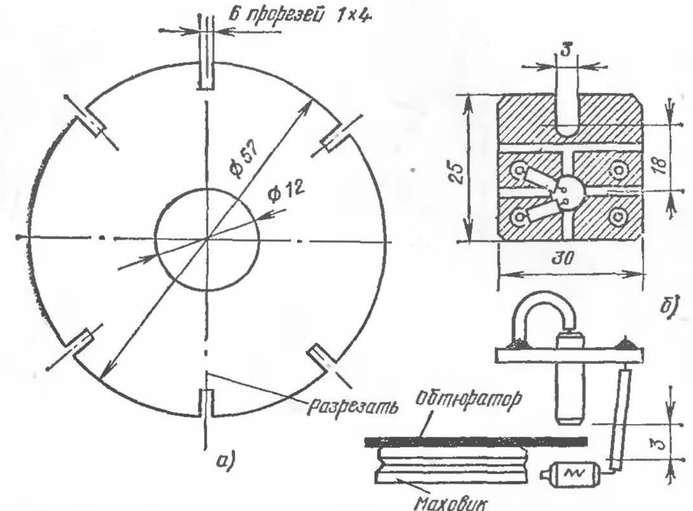


Рис. 5. Детали фотодатчика магнитофона:
а — обтюратор; б — плата крепления фотодиода и лампочки

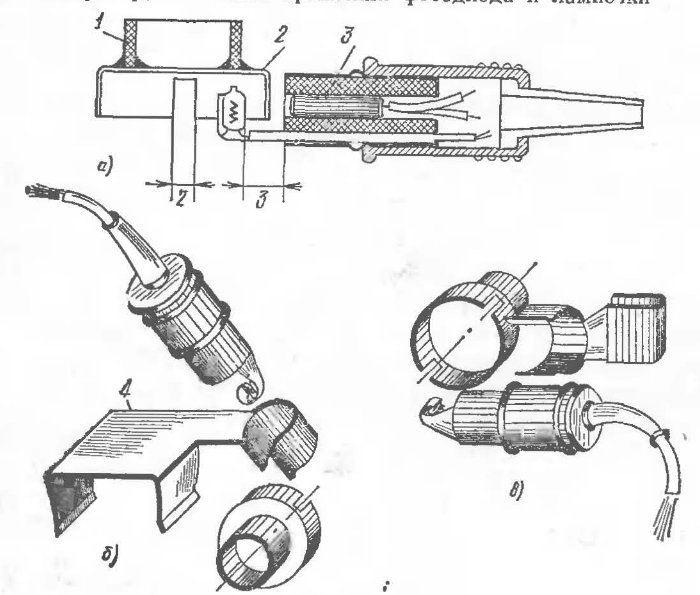
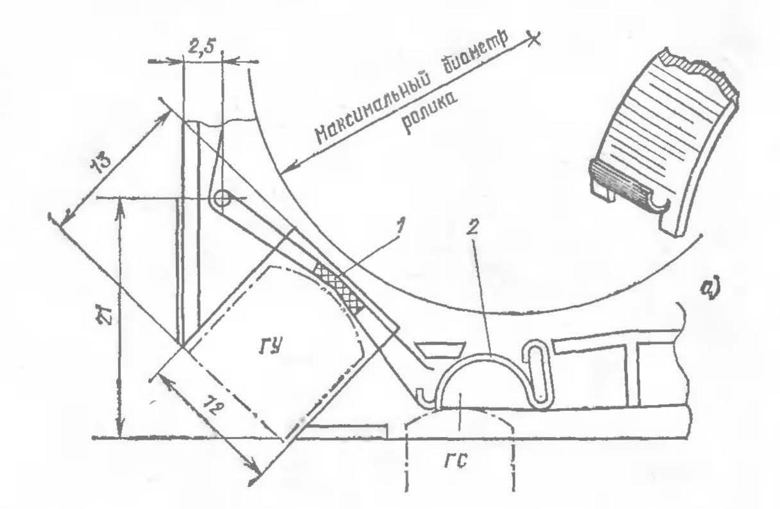


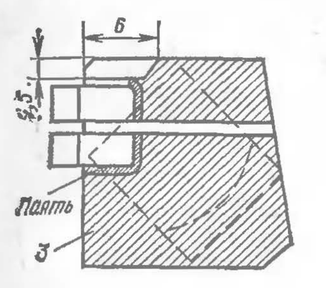
Рис. 6. Устройство фотодатчика проектора:
а — в разрезе; б — скоба крепления фотодатчика на кинопроекторе «Украина»; в — скоба крепления фотодатчика на кинопроекторе «Русь»

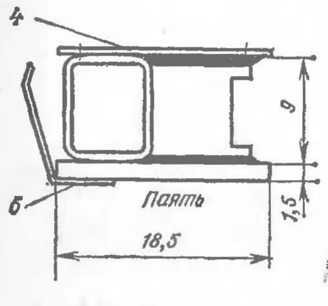


виде диска с двумя прорезями. На рис. 6 приведен вариант обтюратора барабанного типа, изготовленного из корпуса электролитического конденсатора. Чашечку обтюратора 2 приклеивают к отрезку резиновой трубки 1, с помощью которой он устанавливается на маховике покадровой проекции. В рабочем положении фотодатчик проектора закрепляется на проекторе «Украина» при помощи скобы 4 (рис. 6, б). На рис. 6, в приведен вариант скобы крепления фотодатчика для проектора «Русь».

Варианты принципиальной схемы. Описанная принципиальная схема устройства синхронизации является одним из нескольких осуществленных вариантов. Она отличается относительной простотой изготовления, налаживания и высокой эксплуатационной надежностью.

Вместе с тем были испытаны и другие варианты. Заслуживает внимания получение счетных импульсов магнитофона путем их записи на магнитной дорожке фонограммы. Преимущество такого способа состоит в том, что обеспечивается возможность синхронного воспроизведения фонограммы на другом доработанном аналогично магнитофоне. Однако наладить такую систему сложнее, а при частых остановках и запусках системы могут появиться ошибки фазирования вследствие пропадания импульсов. При записи синхроимпульсов на специальной дорожке (на 3-й или 4-й в стереофоническом магнитофоне) возникает проблема с установкой дополнительной магнитной головки, особенно в кассетных магнитофонах. Удачное решение этой проблемы приведено в [2]. Однако магнитная лента в описанном варианте идет с большими углами перегиба, вследствие чего ход ее затруднен и не всякий лентопротяжный механизм протянет пленку в такой кассете.





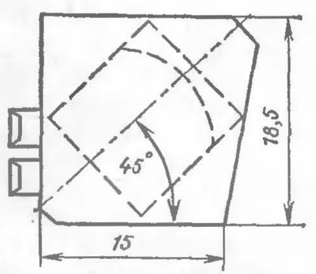


Рис. 7. Доработка кассеты:
а — размещение дополнительной магнитной головки в кассете; б — узел дополнительной магнитной головки с арматурой крепления и контактной системой

На рис. 7, а приведена конструкция доработки кассеты, обеспечивающая малые углы перегиба ленты, легкий ход и надежный контакт ленты с головкой. Это достигнуто удалением перегородки, отделяющей отсек стирающей головки, и установкой пружинящей направляющей 2 магнитной ленты (см. рис. 7), позволившей расположить точку перегиба магнитной ленты вблизи рабочего зазора стирающей головки. Для надежности контактирования ленты с рабочим зазором дополнительной головки введен прижим с фетровой подушечкой, аналогичный прижиму универсальной головки. Головка крепится в прорези кассеты при помощи двух планок. Сверху к головке припаивается планка 4 из жести (рис. 7, б), снизу — планка из фольгированного стеклотекстолита 3. К нижней фольгированной поверхности планки припаиваются две контактные пружины 5. В магнитофоне устанавливаются ответные контакты, с помощью которых головка в рабочем положении подсоединяется к электрической части устройства.

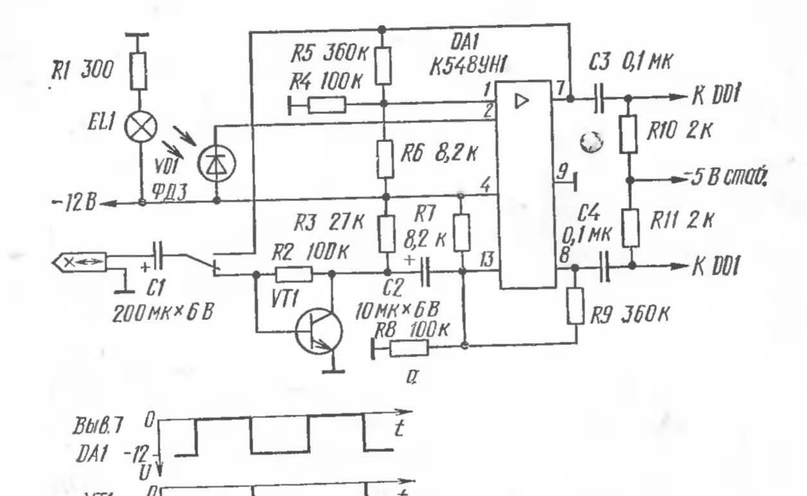


Рис. 8. Принципиальная схема входных цепей синхронизирующего устройства с использованием принципа магнитной записи синхроимпульсов (а) и эпюры напряжений в схеме (б)

На рис. 8, а приведена принципиальная схема входных цепей синхронизирующего устройства с использованием принципа магнитной записи синхроимпульсов. Как и в первом варианте, на проекторе устанавливается фотодатчик. Его обтюратор отличается тем, что позволяет получить сигнал типа меандр. Сигнал фотодиода усиливается одним из каналов микросхемы DA1 и после дифференцирования цепью C2R10 подается на D-вход триггера DD1 (рис. 2). С выхода 7 микросхемы DA1 (рис. 8, а) сигнал фотодатчика может быть подан для записи на свободной дорожке магнитной ленты.

В схеме рис. 8, а применен нетрадиционный способ записи и считывания синхроимпульсов, позволивший осуществить запись, считывание и стирание одной головкой. Он состоит в том, что запись производится без высокочастотного подмагничивания. На головку подается сигнал с размахом, доводящим магнитную ленту до полного насыщения (рис. 8, б). При этом автоматически стираются все ранее сделанные записи. Считывание такой записи обычной магнитной головкой приведет к большим искажениям записанного сигнала. Будут воспроизведены лишь перепады сигнала. Однако для целей синхронизации необходимы именно такие импульсы. Они усиливаются и ограничиваются каскадом, собранным на транзисторе VT1 (рис. 8, а), и далее вторым каналом микросхемы DA1. В остальном схема синхронизирующего устройства может быть такой, как описано ранее.

Если лентопротяжный механизм магнитофона укомплектован бесколлекторным двигателем БДС-0,2М, сигнал управления должен подаваться в точку 22 устройства стабилизации скорости двигателя [5, с. 116, рис. 4.6], а в схему выходных цепей устройства синхронизации (рис. 2) надо внести следующие изменения: R27 необходимо отсоединить от вывода 7 микросхемы DD5 и подсоединить к выводу 11 элемента DD2.4; изменить полярность включения диода VD4 на обратную; транзистор DA1.3 заменить на транзистор типа p-n-p (при этом эмиттер соединяется с «землей», в цепь базы устанавливается ограничительное сопротивление 20...50 кОм). Примерные значения уровней для нормального функционирования системы приведены на рис. 3, а штриховой линией.

Налаживание устройства. Прежде всего, отключив шину питания микросхем —5 В и подключив нагрузочный резистор 1 кОм, убеждаются, что на выходе стабилизатора напряжений VT1 имеется напряжение —5 В. Далее проверяют действие датчиков и усилителей DA1.1 и DA1.2. На коллекторах указанных транзисторов должны иметь место импульсы с надежным двусторонним ограничением. Следует тщательно выполнить этот этап наладки, поскольку неудовлетворительные по форме импульсы (неодинаковые по амплитуде и резко отличающиеся по длительности) могут привести к неоптимальной работе всего устройства. Далее подключают питание микросхем —5 В, а R28 и анод VD4 от базы VT3 и вход схемы ПНФ от C8 отключают.

Налаживание схемы защиты от совпадений и формирования счетных импульсов сводится к проверке с помощью осциллографа работы генератора DD2.1, DD2.2, триггеров DD1, триггеров Шмитта DD3 и проверке получаемых временных сдвигов формируемых импульсов. Для выполнения последнего пункта на D-входы триггеров (выводы 2 и 12 DD1) подают один и тот же сигнал (например, от ФДМ). Обеспечив синхронизацию

осциллографа импульсами с выхода 6 или 9 DD1, наблюдают временной сдвиг между импульсами на этих выводах. Параметры формируемых импульсов должны соответствовать рис. 4.

Убедиться в нормальной работе счетчика можно по свечению светодиодов. Поочередно запускают магнитофон и проектор. В каждом случае мигание светодиодов с периодом примерно 5 с будет свидетельствовать о нормальной работе счетчика.

Для налаживания цепей поиска начала фонограммы ее вход (C8) подключают к линейному выходу магнитофона. Порог срабатывания схемы устанавливается подбором резистора R37. Уменьшение его значения приводит к отпиранию схемы при меньшем входном сигнале. Для исключения случайных запусков начальный сигнал надо записать с перемодуляцией, в соответствии с чем и подбирают порог срабатывания. Момент срабатывания схемы ПНФ фиксируется свечением HL1.

Необходимо убедиться в надежном обнулении счетчика в момент срабатывания схемы ПНФ (должен засветиться HL1). Подключая к базе VT3 резистор R28, в таком положении проверяют и предварительно настраивают ПУ. Для этого движок R27 устанавливают в среднее положение. Потенциометром R30 устанавливают напряжение на коллекторе DA1.5, равное —6 В.

Проверка и настройка режима автоматического управления не вызовет больших трудностей, если все предыдущие операции были выполнены тщательно. Выход платы синхронизации подключают к устройству стабилизации транспортирования ленты, минуя K1. Подключив осциллограф в эту же точку, запускают магнитофон. После обнуления счетчика (светится HL2) лента должна транспортироваться со скоростью, меньше номинальной. Выходное напряжение —6 В уточняется подрегулировкой R30.

Включают проектор. Если система не настроена, то через 4...6 с двигатель магнитофона начнет работать с периодическим изменением скорости, когда светодиоды HL2 и HL3 светятся попеременно (рис. 3, а). В момент увеличения скорости (t_3) надо ожидать перехода системы в режим синхронизации (засветятся оба светодиода HL2 и HL3). На выходе DD5 появляется переменное напряжение (меандр с частотой 48 Гц). Кратковременный захват, а затем срыв синхронизации и возвращение

системы в режим фазирования, при котором наблюдаются рывки скорости двигателя, свидетельствуют о необходимости уменьшить переменную составляющую сигнала управления, т. е. необходимо увеличить сопротивление резистора R27. При «вялом» захвате сопротивление резистора R27 надо уменьшить. В момент установления синхронизации (даже кратковременной) надо обратить внимание на скважность сигнала управления, которая корректируется потенциометром R30. При скважности, равной двум, когда светодиоды HL2 и HL3 светятся с одинаковой яркостью, система надежно синхронизируется. В нормальных условиях после перехода в режим синхронизации наблюдаются два-три покачивания (изменение скважности), после чего устанавливается симметрия выходного сигнала.

Восстанавливают окончательно цепи ПО (подсоединяют VD4). Включают магнитофон, обращая внимание на четкую автоматическую его остановку по начальному звуковому сигналу. Если теперь включить проектор, то запустится и магнитофон. На выходе устройства синхронизации установится уровень —6 В. Через 4...5 с произойдет скачок скорости и переход в режим синхронизации. При выключении проектора магнитофон некоторое время «следит» за его работой, но затем синхронизация срывается. Вплоть до полной остановки проектора и магнитофона происходит счет и «запоминание» разности количества поступивших от ФДП и ФДМ импульсов. За это время фонограмма «уйдет» вперед, что будет «учтено» системой при последующем запуске, в начале которого магнитофон будет работать с пониженной скоростью. Время перехода в режим синхронизации при этом может превысить 5 с. Включением и выключением проектора повторяют процесс запуска. Результаты также должны повториться.

Количественную проверку работы системы удобно делать, если осуществить перезапись фонограммы профессионального фильма. С этой целью на магнитной ленте записывают короткий начальный сигнал. В режиме «Воспроизведение» запускают магнитофон. После его автоматической остановки (по записанному сигналу) нажимают клавишу «Кратковременный стоп» и переводят магнитофон в режим «Запись». Линейный выход усилителя проектора подключают к линейному входу магнитофона. Проектор заряжают фильмом по условной

начальной метке. Отпускают клавишу «Кратковременный стоп». Включение проектора вызывает автоматический запуск магнитофона, в результате чего произойдет перезапись фонограммы фильма на магнитную ленту. После этого фильм вновь заряжают по начальной метке (точно как при записи), а фонограмму устанавливают на начало с помощью блока ПНФ. Запускают систему. Одновременное воспроизведение фонограммы фильма и магнитной записи даст наиболее убедительную оценку работе системы. В отлаженной системе при точной начальной установке фильма расхождения звучания полностью отсутствуют от начала до конца демонстрации всего фильма. В процессе последующих прогонов многократно останавливают и запускают систему для того, чтобы убедиться в четкости фазирования фонограммы с фильмом. И в этом случае никаких расхождений в звучании после перехода системы в режим синхронизации не должно быть.

Описанная система обеспечивает надежную синхронизацию и фазирование фонограммы и полностью исключает необходимость в «ручных» корректировках во время демонстрации фильма, поэтому можно не применять органы ручного управления «ускорить» и «замедлить», как в известных синхронизаторах. Однако иногда при неточной зарядке фильма, при его обрыве и в процессе озвучивания такие органы управления могут понадобиться. С этой целью можно ввести в схему рис. 2 две контактные группы SA1 и SA2 (на рис. 2 они показаны штриховыми линиями). Чтобы не устанавливать на магнитофоне дополнительных кнопок, контактные группы укрепляются под клавишами «Перемотка вперед» и «Перемотка назад» с таким расчетом, чтобы их контакты (рис. 9, а) замыкались при выборке свободного хода клавиш (при их неполном нажатии). На рис. 9, б приведен вариант крепления контактных групп на ЛПМ магнитофона «Весна-201 стерео». Изображенный узел крепится к корпусу винтами крепления переносной ручки. После доработки неполное нажатие клавиши «▷▷» вызывает ускоренную работу магнитофона, а клавиши «◁◁» — замедление. Контроль их действия осуществляется по свечению светодиодов HL2 и HL3 низкого и высокого уровня соответственно.

При озвучивании фильмов с использованием синхронного магнитофона могут быть применены все традицион-

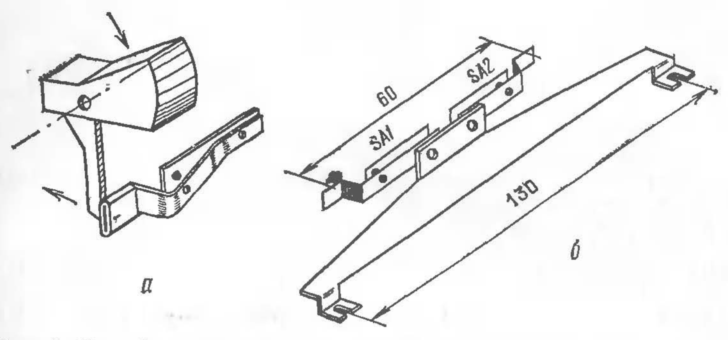


Рис. 9. Устройство ручной корректировки фазы:
а — расположение контактной группы под клавишей «перемотка вперед» (назад); б — вариант крепления контактных групп

ные способы [2]. Однако появляются некоторые новые возможности. Так, в киноклубах и кружках на базе нескольких синхронных магнитофонов можно осуществить схему записи сложной фонограммы, подобную применяемой на профессиональных киностудиях [7, С5, рис. 1].

Новую страницу в кинолюбительском творчестве открывает видеотехника. К сожалению, в распоряжении советских кинолюбителей пока нет видеокамер (телекамера+видеомагнитофон в одном блоке), позволяющих осуществить синхронную запись (изображения и звука) аналогично процессу киносъемки. Однако наличие бытового видеомагнитофона типа ВМ-12 и телекамеры ТК-06 позволяет уже теперь создавать небольшие игровые и хроникальные фильмы, при озвучивании которых с успехом может быть применен описанный магнитофон. Для его синхронизации с видеомагнитофоном достаточно из видеосигнала выделить кадровые синхроимпульсы и ввести их в синхронизирующее устройство вместо импульсов от фотодатчика проектора.

Как известно, при озвучивании фильма его приходится многократно «прогонять», а если он снят на обращаемой пленке, то еще до «выхода в свет» он сильно амортизируется. Сохранить единственный экземпляр фильма можно, если его перевести на видеоленту и озвучивать видеокопию. Поскольку полученная при этом фонограмма синхронизирована с видеокопией, то ее можно использовать для демонстрации фильма с помощью того же синхронного магнитофона.

Литература

1. Андреев Е. В., Иванов Е. Н. Развитие современного 8-мм кинематографа.— Техника кино и телевидения, 1985, № 2, с. 61—65.
2. Нероиский Л. Б., Надеин В. А. Аппаратура звукового любительского кино.— М.: Искусство, 1987.
3. Белав С. В. Автоматический цифровой синхронизатор.— Техника кино и телевидения, 1983, № 2, с. 57—62.
4. Томас Р. Цифровой синхронизатор для озвучивания фильмов.— В помощь радиолюбителю, вып. 72, 1981, с. 67—76.
5. Шевченко В. И. и др. Бытовая аппаратура магнитной записи.— М. : Связь, 1980.
6. Шевченко В. И. и др. Кассетные магнитофоны.— М.: Связь, 1977.
7. Вовченко В. С. Звук на любительской киноленте.— М. : Энергия, 1973.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ФОНОГРАММ

В. Ким, В. Ершов

Большинство известных устройств автоматического поиска записи на магнитофонных лентах осуществляют поиск начала фонограммы и ее порядкового номера, то есть позволяют прослушать только один музыкальный фрагмент. Предлагаемое устройство позволяет найти и прослушать любой из нескольких или все музыкальные фрагменты по порядковым номерам в зависимости от введенной программы, а также либо пропустить фрагмент в процессе воспроизведения, либо возвратиться на начало музыкального фрагмента в режиме записи. В основу положена конструкция устройства, описанного в статье «Автопоиск в магнитофоне» (Радио, № 3, 1983). Устройство предназначено для совместной работы с кассетным магнитофоном, описанным в статье «ЛПМ любительского кассетного магнитофона» (Радио, № 6, № 7, 1983), но может быть использовано и с катушечным магнитофоном, имеющим электронное управление.

Принципиальная схема устройства автоматического поиска фонограмм показана на рис. 1. Оно состоит из детектора пауз между фрагментами фонограммы (VD1—VD3, VT1), формирователя импульсов пауз DD1, счетчика пауз DD5, дешифратора DD6 (селектора-мультиплексора на 16 каналов), генератора тактовых импульсов DD4.1, DD4.2, а также RS-триггеров, формирующих импульс установки заданной программы.

Сигнал фонограммы с линейного выхода магнитофона поступает к выпрямителю на диодах VD1, VD2. Постоянная составляющая выпрямленного напряжения, ограниченная стабилитроном VD3, подается на базу транзистора VT1. В результате он открывается, конденсатор C4 разряжается через резистор R6 и на входе триггера Шмитта DD18 устанавливается низкопотенциальный уровень. Триггер Шмитта DD18 предотвращает ложное срабатывание одновибратора во время набора скорости магнитной лентой при перемотке. С наступлением паузы в фонограмме конденсатор выпрямителя C2 разряжается через резистор R1, диод VD4 и резистор R5. Транзистор VT1 закрывается. Благодаря этому конденсатор C4 вновь заряжается от источника питания через резисторы R4, R6, и когда напряжение на нем достигает уровня логической 1, на выходе триггера Шмитта устанавливается логический 0. Одновибратор DD1 вырабатывает импульс, длительность которого определяется номиналами элементов R7, C5 (около 3 с). Это делает устройство автоматического поиска фонограмм нечувствительным к ложным паузам, имеющимся в начале некоторых музыкальных произведений.

При подаче напряжения питания +5 В на инверсных выходах RS-триггеров DD9—DD14 присутствует логическая 1, на выводах 8 DD15, DD16 — логический 0, на выводе 11 DD8.4 — логический 0. При этом элемент DD8.1 устанавливает счетчик пауз DD5 в исходное состояние, на выводе 10 мультиплексора DD6 появляется логический 0, а дешифратор DD7 пребывает в исходном состоянии. С появлением импульса на выходе одновибратора DD1 загорается светодиод HL1, сигнализируя о наличии паузы, а RS-триггер на элементах DD3.1 и DD3.2 переходит в единичное состояние. Благодаря этому одновибратор DD2 вырабатывает короткий импульс, который поступает на вход счетчика DD5.

Дальнейшую работу устройства определяет программа, которую набирают кнопками SB3—SB14. Например, для прослушивания музыкальных фрагментов с номерами 1, 3, 5, 7, 12 нажимают соответственно кнопки SB3, SB5, SB6, SB9, SB14, при этом загорятся светодиоды HL2, HL4, HL7, HL8, HL13. Далее на панели управления ЛПМ включают режим воспроизведения «Рабочий ход», на входы элементов DD17.1 (вывод 2) и DD17.2 (вывод 3) при этом подается логическая 1.

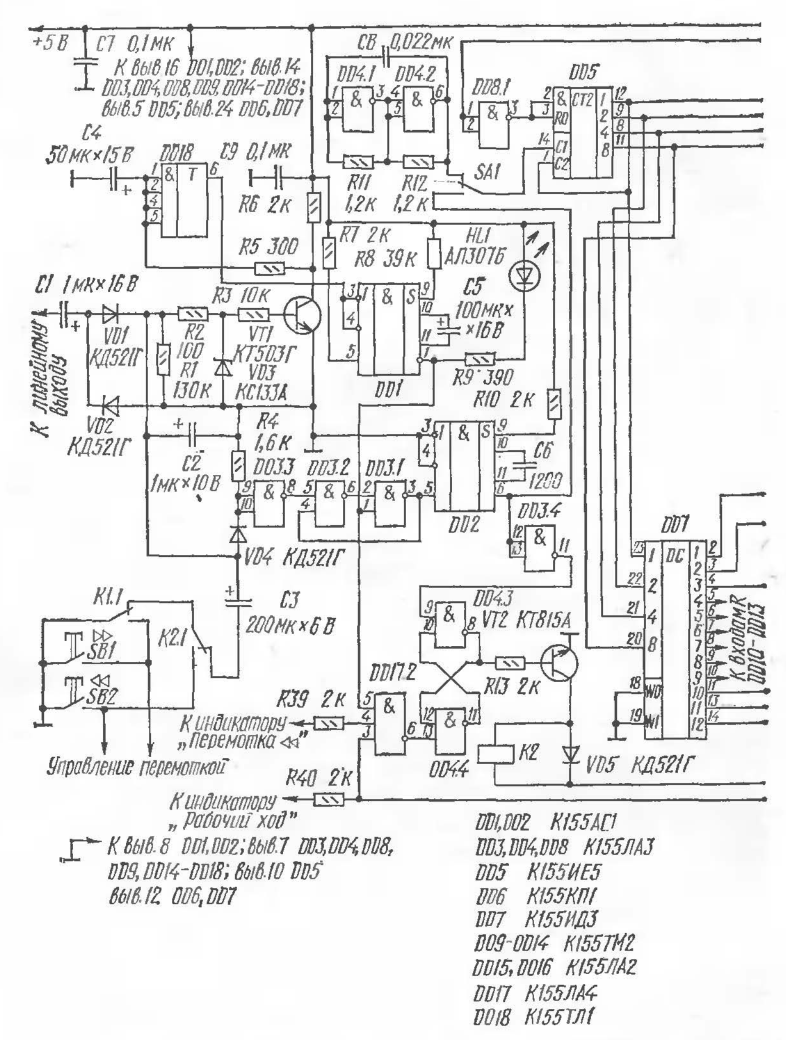
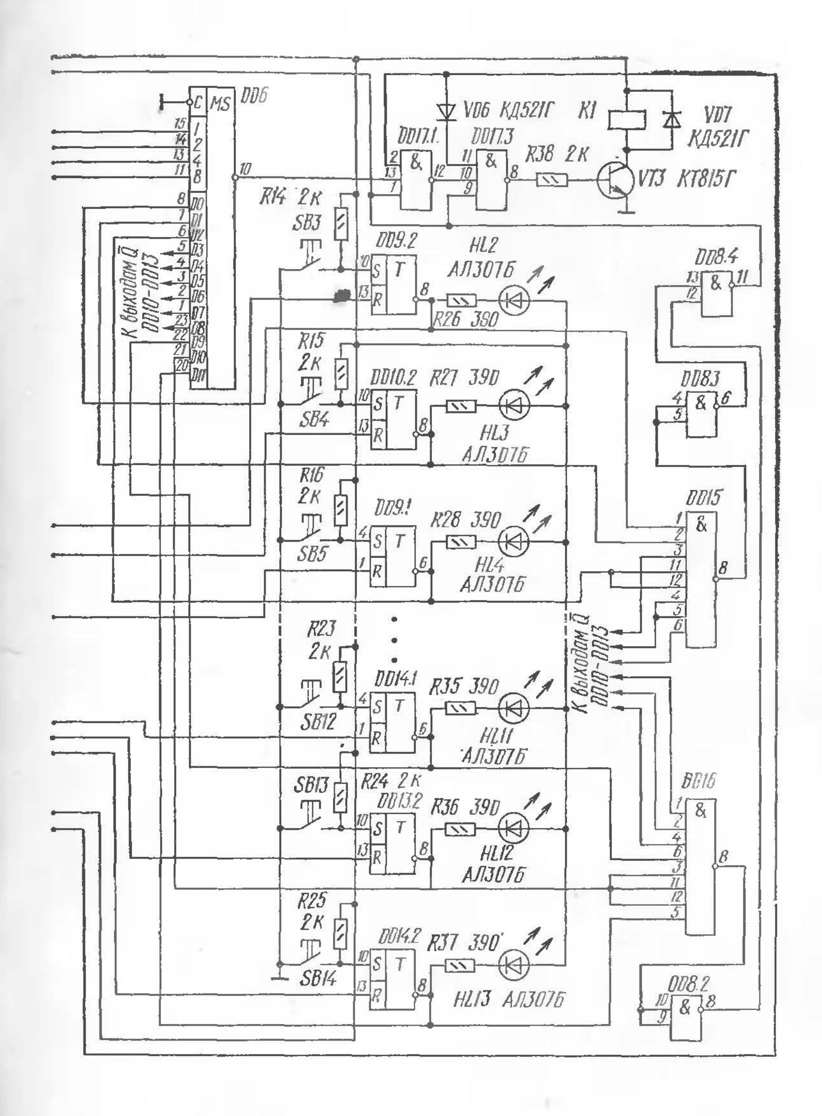
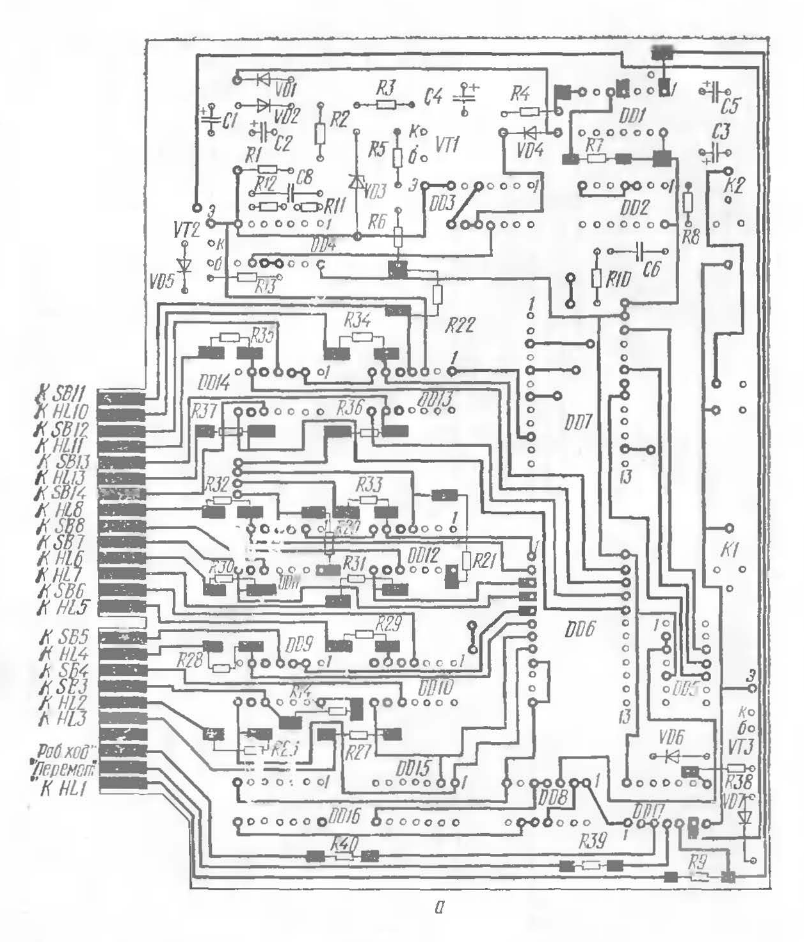


Рис. 1. Принципиальная схема устройства автоматического поиска

С инверсного выхода элемента DD9.2 логический 0 поступает на вывод 8 мультиплексора DD6, значит, на его выходе появится логическая 1. Элементы DD15, DD16, DD8.2, DD8.3, DD8.4 при наборе программы переключаются и дают разрешение работе устройства автомати-



ческого поиска, устанавливая на входе 1 элемента DD17.1 и на входе 9 элемента DD17.3 логическую 1. Значит, при наличии на выводе 8 DD17.3 логического 0 транзистор VT3 закрыт, реле К1 (РЭС55А, паспорт РС4.569.604) отключено и контакты К1.1 соединяют конденсатор С3 с общей шиной, т. е. в режиме воспроизве-



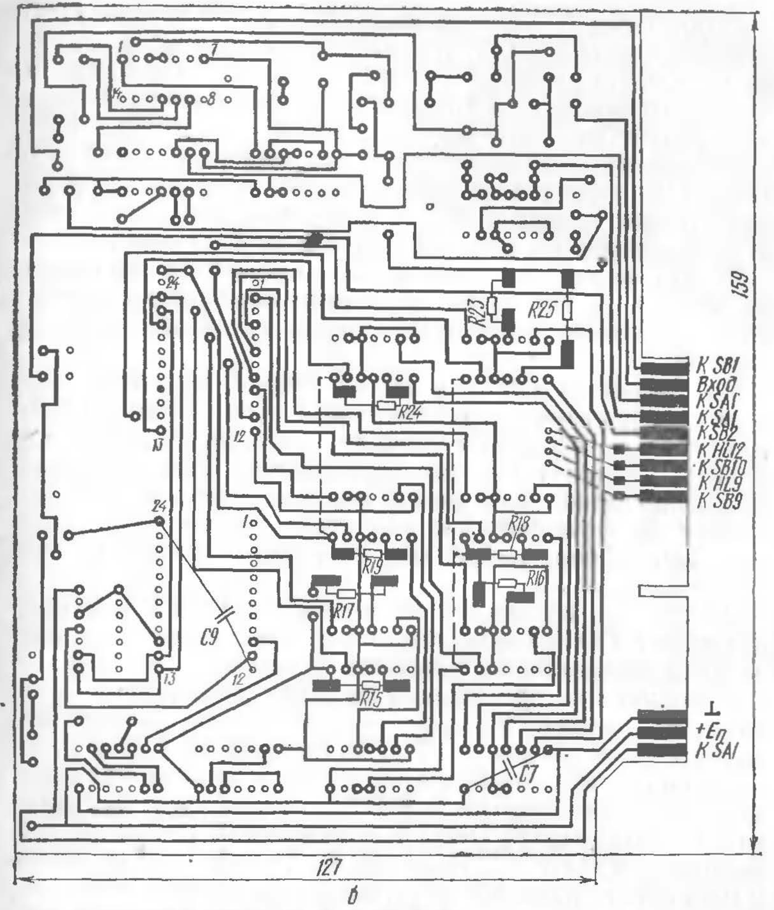


Рис. 2. Монтажная схема устройства: а — установка деталей; б — вид со стороны печатных проводников

дения параллельно конденсатору С2 подключается конденсатор С3 с большой емкостью, и устройство поиска становится чувствительным лишь к паузам длительностью больше 4 с.

По окончании первого музыкального фрагмента на вход 14 элемента DD5 поступает очередной импульс, который переключает элементы DD6 и DD7 в следующее состояние. На вывод 13 триггера DD9.2 подается логический 0, он переключается, при этом гаснет светодиод

HL2. Так как музыкальный фрагмент 2 в программу не входит, то на выходе 8 DD10.2 присутствует логическая 1. Наличие ее на выводе 7 DD6 приводит к тому, что на выходе этого дешифратора появляется логический 0. Как следствие, на выходе 8 элемента DD17.3 появится логический 0, транзисторный ключ VT3 откроется и через контакты К1.1 к кнопке SB1 (перемотка вправо) подается нулевой потенциал. Включается режим перемотки. Кнопки SB1 (перемотка вправо), SB2 (перемотка влево) вынесены на панель управления ЛПМ.

С приходом очередного импульса паузы счетчик DD5 переключит DD6 и DD7 в следующее состояние. С выхода 6 DD9.1 логический 0 поступает на вывод 6 DD6. На выходе DD6 появится логическая 1, транзисторный ключ VT3 закроется, реле К1 отключится, и контакты К1.1 присоединяют конденсатор С3 параллельно конденсатору С2. Включается вновь режим воспроизведения. Если бы на выводе 6 DD9.1 присутствовала логическая 1, то сработало бы реле К1 и контакты К1.1 снова включили бы перемотку вперед до следующего импульса паузы и т. д. Во время перемотки необходимо отключать усилитель мощности, чтобы не было слышно свистов.

На элементах DD4.1 и DD4.2 собран генератор тактовых импульсов, предназначенный для установки RS-триггеров в исходное состояние, когда необходимо изменить набранную ранее программу. Переключатель SA1 использован как датчик наличия кассеты в магнитофоне. Это удобно, так как когда вынимают кассету из магнитофона, набранная программа автоматически сбрасывается.

RS-триггер, собранный на элементах DD4.3 и DD4.4, и элемент DD17.2 предназначены для возврата записи на один музыкальный фрагмент. В основном это бывает необходимо при применении системы оптимизации тока подмагничивания. Включая режим записи, подают на выводы 3, 4 элемента DD17.2 логическую 1 с панели индикации управления ЛПМ, но не с кнопок управления ЛПМ. На выводе 5 DD17.2 присутствует логическая 1, а на выходе DD17.2 — логический 0. Значит, на выводе 8 DD4.3 — логический 0, транзисторный ключ VT2 закрыт, реле К2 обесточено, положение его контактов К2.1 показано на рис. 1. При появлении импульса паузы на выходе DD17.2 и соответственно на выходе DD4.3 появится логическая 1, откроется транзисторный ключ VT2, сработает реле К2, его контакты К2.1 подадут нулевой потенциал к устройству управления ЛПМ, включится перемотка влево. С приходом очередного импульса паузы RS-триггер перейдет в нулевое состояние, транзисторный ключ VT2 закроется, реле К2 отключится. Режим возврата нежелательно использовать во время автоматического поиска фрагментов, так как это приведет к сбоям работы устройства.

Устройство собрано на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 2). Кнопки SB1 — SB14 и светодиоды HL1 — HL13 вынесены за пределы платы. На рис. 2 двойными линиями показаны перемычки. Прямоугольные контактные площадки созданы для подключения к ним резисторов R13 — R39. Круглые контактные площадки обозначают сквозные перемычки или металлизацию отверстий. Микросхема DD18 припаяна сверху DD1 выводами 7, 14. Вход и выход DD18 соединены проводами с контактными площадками.

В ПОМОЩЬ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

ПРОСТОЙ ТРЕНАЖЕР

В. Федоренко

Тренажер, принципиальная схема которого показана на рис. 1, предназначен для самопроверки уровня знаний учащихся. Он может быть использован в школах, специальных учебных заведениях, организациях ДОСААФ, вузах и т. д. Устройство отличается своей простотой. Тренажер состоит из коммутационного поля с тестовыми переключателями, панели проверки и блока питания. Коммутационное поле собрано на горизонтальной панели и состоит из 10 групп гнезд, по 5 гнезд в каждой группе. Каждая группа коммутируется на свой тестовый переключатель. Из рис. 1 видно, что каждый тестовый переключатель SA2 — SA11 имеет 5 положений. Коммутационное поле с тестовыми переключателями соединено с панелью проверки одиннадцатью изолированными проводниками, один из которых — общий. Один конец каждого проводника запаян на переключатель SA1 панели проверки, другой конец имеет штырек и подключается в одну из групп гнезд тестового переключателя. Панель проверки имеет переключатель SA1 на 10 положений и контрольную лампочку HL1 на 6,3 В. Таких .тренажеров в общем случае может быть N. Их количество зависит от мощности трансформатора блока питания.

Блок питания собран на панели проверки и имеет понижающий силовой трансформатор и сигнальную лампочку на 6,3 В, которая сигнализирует о наличии питающего напряжения. Принципиальная схема блока питания показана на рис. 2. Трансформатор при $N \leqslant 20$ можно взять от любого лампового приемника и использовать у него обмотку питания накала ламп.

С помощью устройства предлагается обучаемому 10 вопросов по 5 ответов на каждый вопрос при условии, что всего лишь один ответ правильный. Перед использованием коммутационное поле вскрывают и штырьки вставляют в одно из пяти гнезд каждой группы, связанной со своим тестовым переключателем. После этого коммутационное поле закрывается и по возможности опечатывается (пломбируется). Прибор к работе готов. Теперь остается только составить тестовый бланк из 10 вопросов по 5 ответов на каждый вопрос при условии, что всего лишь один ответ правильный. При правильной сборке тренажер не требует никакой наладки.

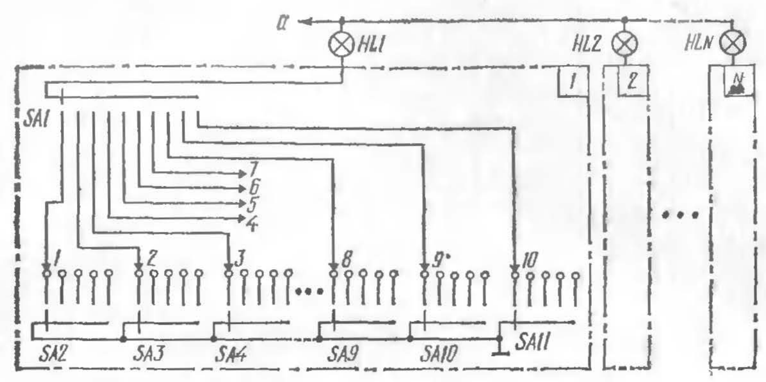


Рис. 1. Схема тренажера

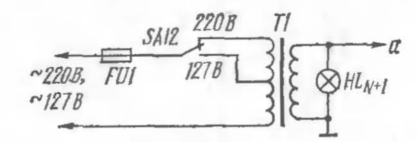


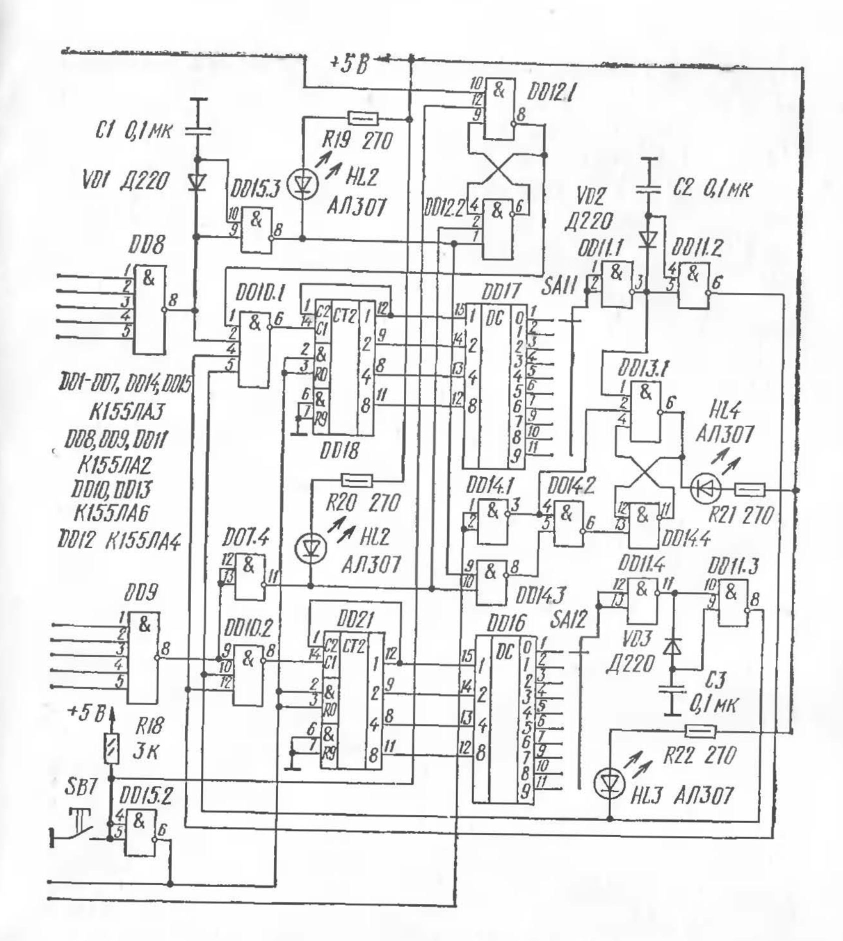
Рис. 2. Схема блока питания

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭКЗАМЕНАТОР

Ю. Морозов

Электронный экзаменатор (ЭЭ) предназначен для приема экзаменов, контрольных работ и закрепления знаний обучаемых при изучении нового материала. Для работы с электронным экзаменатором используются контрольные билеты с десятью вопросами и пятью ответами на каждый вопрос, причем один из ответов — правильный. Кодирует ответы преподаватель.

Рис. 1. Принципиальная схема электронного экзаменатора



ЭЭ с выборочным ответом исключает возможность подбора правильного ответа (поочередным нажатием кнопок). Достигается это применением двух узлов памяти, один из которых фиксирует правильные ответы, а другой — неправильные. Их количество учитывается при общей оценке за ответ на билет.

Принципиальная схема ЭЭ представлена на рис. 1. Экзаменатор состоит из кодирующего устройства, выполненного на переключателях SA1 — SA10 и разделительных диодах VD4 — VD13; узлов фиксации подсчета и памяти правильных ответов (DD4, DD5, DD6.1, DD6.2, DD8, DD10.1, DD18, DD17) и неправильных ответов (DD6.3, DD6.4, DD7.2, DD7.3, DD9, DD10.2, DD21,

DD22); устройств индикации правильных ответов (DD15.3, HL2), неправильных ответов (DD7.4, HL1), результатов сдачи («успешной сдачи» DD11.1, DD11.2, DD14, DD13.1, HL4), («неуспешной сдачи — не сдал» DD11.4, DD11.3, HL3); узла блокировки — против несанкционированных действий, выполненного на элементах DD12.1, DD12.2.

В соответствии с контрольным билетом преподаватель находит в своем справочном листке пятизначный код ответов и, согласно ему, кодирует переключателями SA1 — SA10 ответы на кодирующем устройстве ЭЭ, а затем проводит ЭЭ в исходное состояние кратковременным нажатием кнопки SB7 «Сброс». Переключатели SA1 — SA10 и SB7 устанавливают в доступном только для преподавателя месте.

Счетчики DD18, DD21 и DD19 устанавливаются в «нулевое» состояние и снимается блокировка со входов счетчиков DD18, DD21. При установке счетчика DD19 в «нулевое» состояние с выхода 1 дешифратора DD20 логический 0 поступает через согласующий элемент DD22.1, разделительный диод VD4, соответствующую шину (в зависимости от положения переключателя SA1) на узел фиксации правильных и неправильных ответов. При этом светится HL5, сигнализирующий о том, что необходимо отвечать на первый вопрос.

В узле фиксации правильных ответов логический 0 инвертируется на соответствующем элементе (DD4.1, DD4.3, DD5.1, DD5.3, DD6.1) и логическая 1 поступает на соответствующую схему совпадения, выполненную на элементах DD4.2, DD4.4, DD5.2, DD5.4, DD6.2. В узле фиксации неправильных ответов логический 0 подается непосредственно на схемы совпадения (DD6.3, DD6.4, DD7.1, DD7.2, DD7.3). Отвечая на первый вопрос, экзаменуемый нажимает одну из пяти кнопок SB1 — SB5. На элементах DD1, DD2, DD3.1, DD3.2 выполнены RS-триггеры, исключающие влияние дребезга контактов. Логическая 1 с RS-триггера поступает на соответствующую схему совпадения узлов фиксации правильных и неправильных ответов. Если нажата кнопка «правильно», то произойдет совпадение в узле фиксации правильных ответов, в противном случае — в узле фиксации неправильных ответов.

Со схем совпадения узлов фиксации ответов (в зависимости от того, в каком узле произошло совпадение)

логический 0 подается на входы счетчиков. DD18 DD21 через DD8, DD10.1 или DD9, DD10.2 соответственно. При этом, если произошло совпадение в узле фиксации правильных ответов, загорается HL2 и счетчик DD18 перейдет в следующее положение (в противном случае — HL1 и счетчик DD21). В устройстве индикации правильных ответов на входе элемента DD15.3 установлено устройство задержки фронта для расширения импульса, действующего на счетчик, так как после ответа на первый вопрос при нажатии одной из пяти кнопок SB1 — SB5 вход счетчика DD18 блокируется RS-триггером, выполненным на элементах DD12.1, DD12.2. Вход счетчика DD21 не подвергается блокировке. При несанкционированных действиях (НСД), например при повторном нажатии или «переборе» кнопок, счетчик правильных ответов считать не будет, так как вход счетчика заблокирован (при нажатии повторно кнопки «правильного ответа» будет высвечиваться HL2). Счетчик DD21 будет фиксировать неправильные ответы.

После ответа на первый вопрос экзаменуемый нажимает на кнопку SB6, счетчик DD19 переходит в следующее положение и соответственно логический 0 с вывода 2 дешифратора DD20 поступит на согласующий элемент DD22.2. При этом высветится светодиод HL6, индицируя необходимость отвечать на второй вопрос. Далее работа ЭЭ происходит как и в предыдущем случае.

При обучении водителей автотранспорта допустима одна ошибка при ответе на десять вопросов. При использовании ЭЭ в других целях или в начале периода обучения водителей допустимый порог ошибок можно устанавливать переключателем SA12, соответственно переключателем SA11 устанавливается минимальное количество ответов, которые необходимо сделать правильно, чтобы общий ответ был оценен положительно.

Если ошибок больше, чем допустимо при ответе, с дешифратора DD16 через переключатель SA12 логический 0 подается на элементы DD11.4, DD11.3; при этом высветится светодиод HL3 и вход счетчиков заблокируется. На элементе DD11.3 на входе имеется задержка фронта импульса для исключения ложных срабатываний счетчика DD21 при переходных процессах в дешифраторе.

При положительном ответе логический 0 с дешифратора DD17 через DD11.1, DD11.2 блокирует входы счет-

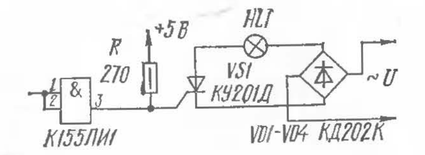


Рис. 2. Подключение сигнальной лампочки

чиков и снимается блокировка с устройства «успешной сдачи», но светодиод не светится, так как информация высветится только по окончании ответа на все десять вопросов. При ответе на десятый вопрос с вывода 11 дешифратора DD20 логический 0 подается на элемент DD14,1, тем самым снимается блокировка с устройства «успешной сдачи», и при поступлении логического 0 независимо с DD7.4 или DD15.3 на DD14.3 RS-триггер на элементах DD13.1, DD14.4 установится в положение логического 0 на выводе 6 DD13.1. Светодиод HL4 высветит итог успешной сдачи.

Детали и конструкция. ЭЭ реализован на микросхемах 155 серии за исключением дешифраторов. Допустимо использование микросхем серий 133, 134. Постоянные резисторы — типа УЛМ, МЛТ.

Правильно собранный из исправных деталей ЭЭ налаживания не требует. При отсутствии светодиодов можно применить лампочки накаливания, для чего необходимо установить схему согласования, опубликованную в сборнике «В помощь радиолюбителю», вып. 78, 1982, с. 75 (рис. 2). Тиристор КУ201Д можно заменить на КУ101Г, Е, если использована лампочка СМ 28-1,5. Соответственно необходимое напряжение для питания лампочек — 28 В. Для питания микросхем подойдет источник питания +5 В с током нагрузки не менее 500 мА.

Возможности ЭЭ можно расширить, т. е. увеличить количество вопросов до пятнадцати. Для этого необходимо вместо DD19 (К155ИЕ2) применить К155ИЕ5, вместо DD20 (К134ИД6) — К155ИД3. В сборнике «В помощь радиолюбителю», вып. 91, 1985, с. 65 на рис. 1 приведена схема включения счетчика К155ИЕ5 и дешифратора К155ИД3. Соответственно необходимо увеличить количество сопрягающих элементов и переключателей в кодирующем устройстве.

Литература

1. ВРЛ № 67, 1979, с. 1—10.
2. ВРЛ № 55, 1976, с. 1—6.

3. ВРЛ № 55, 1976, с. 7—14.
4. ВРЛ № 81, 1983, с. 35.
5. ВРЛ № 84, 1983, с. 51.
6. Справочник по интегральным микросхемам / Под ред. Б. В. Тарабрина.— М.: Радио и связь, 1984.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

В. Дмитриев, Е. Севрюгов

Универсальные устройства предназначены для изучения и контроля знаний разнообразного учебного материала: принципа действия механизмов, машин, радиоэлектронных устройств, элементов вычислительной техники, Правил дорожного движения и т. д. Устройства используются совместно с внешними носителями информации — плакатами, стендами, демонстрационными щитами, классными досками, проекционными экранами. Учебный материал изображается на носителях информации в виде рисунков, схем, графиков, диаграмм и т. п.

Конструктивно устройства могут быть выполнены в виде указки с встроенным в ее ручку электронным блоком или в виде отдельного блока с выдвижным телескопическим стержнем.

Технические характеристики

Количество режимов работы — 2 («Контроль», «Обучение»)
Количество вариантов задания — 5
Вид индицируемой информации — световая, звуковая
Напряжение питания, В — 9 (элемент «Крона»)
Потребляемая мощность, Вт — 0,1...0,27
Размеры, мм — 50×83×680 или 130×25×95
Масса, кг — 0,3...0,4

В учебном процессе широко используются указка и внешние носители информации — плакаты, стенды, демонстрационные щиты и классные доски. Учебную информацию также проецируют через соответствующие аппараты на демонстрационные экраны. Эти средства позволяют отображать на внешних носителях рисунки любой конфигурации, индексы, формулы и т. п. В отли-

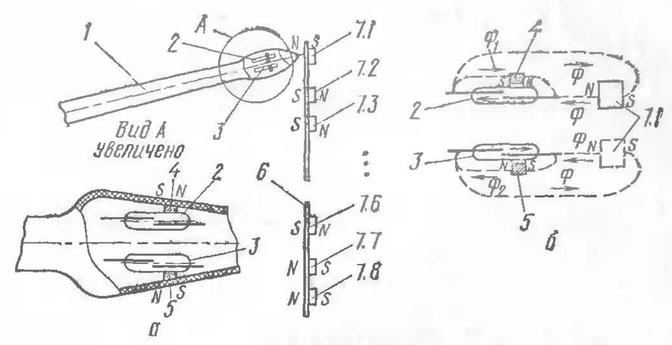


Рис. 1. Размещение и взаимодействие элементов ввода учебной информации:
а — размещение элементов; б — магнитные потоки элементов; 1 — считывающий элемент (указка); 2, 3 — магнитоуправляемые элементы; 4, 5 — элементы подмагничивания; 6 — внешний носитель информации; 7 — магнитные элементы

чие от программированного обучения, где обучаемому предоставляются готовые выборочные ответы, указка и внешние носители информации не накладывают ограничений на действия обучаемого и позволяют оценить последовательность этих действий.

Универсальные устройства состоят из элементов ввода учебной информации и блока оценки. Принцип действия устройств основан на взаимодействии магнитных потоков элементов ввода учебной информации (рис. 1). В состав элементов ввода учебной информации входят: считывающий элемент 1 (указка), магнитоуправляемые элементы 2 и 3, элементы подмагничивания 4 и 5, магнитные элементы 7. Магнитоуправляемые элементы 2 и 3 размещены на конце указки 1 параллельно друг другу. На них закреплены элементы подмагничивания 4 и 5, одноименные полюса которых сориентированы в противоположных направлениях. Магнитные потоки элементов 4 и 5, проходя через контакты соответствующих магнитоуправляемых элементов и воздушный зазор между ними, замыкаются, но не вызывают срабатывания самих контактов. В этом случае контакты находятся на пороге срабатывания.

На лицевой стороне внешнего носителя информации 6 (например, плаката) изображена изучаемая схема. На обратной стороне плаката закреплены группы магнитных элементов 7. На рис. 1, а показана одна из групп — 7.1—7.8. Магниты могут быть закреплены с

помощью клея, липкой ленты или пластилина. Количество групп магнитов соответствует числу вариантов задания, а группы отличаются друг от друга различным числом магнитных элементов. Эти элементы сориентированы таким образом, что при перемещении конца указки по изображенной на плакате схеме полюса первого (7.1) и двух последних элементов (7.7 и 7.8) являются одноименными по отношению к направленному им навстречу полюсу элемента подмагничивания 4. Полюса остальных магнитных элементов группы (7.2—7.6) являются одноименными к направленному им навстречу полюсу элемента 5. При такой ориентации полюсов в момент перемещения конца указки над элементами 7.1, 7.7 и 7.8 направление их магнитного потока совпадает с направлением потока $Ф_1$ от элемента подмагничивания 4. Поэтому магнитное поле в точке срабатывания элемента 2 усиливается и его контакты замыкаются. Контакты магнитоуправляемого элемента 3 в этом случае не замыкаются, так как потоки магнитных элементов 7.1, 7.7 и 7.8 направлены навстречу потоку $Ф_2$ элемента подмагничивания 5 и в точке срабатывания элемента 3 происходит ослабление магнитного поля. При перемещении конца указки над другими магнитными элементами (7.2—7.6) замыкаются контакты магнитоуправляемого элемента 3 и остаются в прежнем состоянии контакты элемента 2.

Электрические сигналы, сформированные контактами элементов 2 и 3, поступают в блок оценки, где происходит их обработка и анализ в соответствии с установленным режимом работы устройства и вариантом задания. Результаты действий обучаемых отображаются с помощью элементов индикации.

На рис. 2 изображена принципиальная схема блока оценки.

Режим «Контроль». На обратной стороне носителя информации преподаватель закрепляет группы магнитных элементов, руководствуясь при этом изложенными выше требованиями к ориентации полюсов.

При включении переключателем SA1 «Вкл» элементы блока оценки автоматически переводятся в начальные (нулевые) положения. С этой целью схема начальной установки, собранная на элементах R19, R20 и C3, формирует в момент замыкания контактов кнопки SA1 импульс логического 0. По номеру варианта задания об-

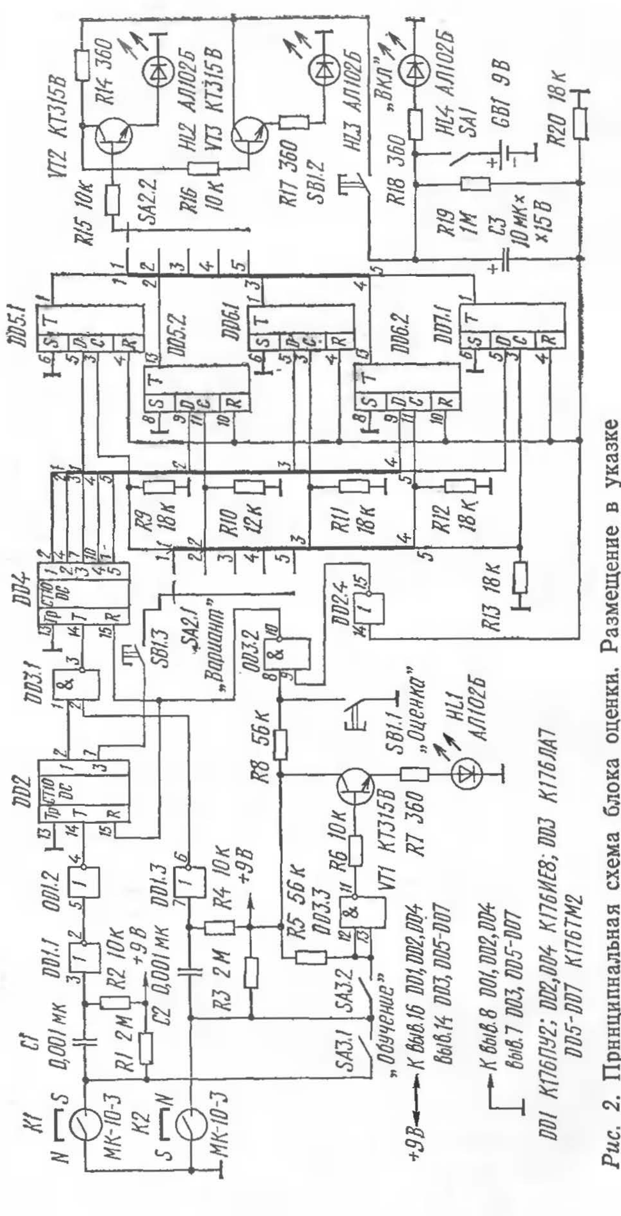


Рис. 2. Принципиальная схема блока оценки. Размещение в указке

учаемый устанавливает переключатель SA2 «Вариант» в соответствующее положение, например в положение 5. Этому варианту задания соответствует изображенная на рис. 1 группа магнитных элементов 7.1—7.8.

При ответе на вопрос обучаемый перемещает конец указки по изображенной на носителе информации схеме. Если действия обучаемого правильные, сначала под действием поля магнитного элемента 7.1 замыкаются контакты магнитоуправляемого элемента К1, и импульс с формирователя, собранного на микросхемах DD1.1 и DD1.2, поступает на вход счетчика DD2. На выходе 2 счетчика устанавливается логическая 1.

Следующий магнитный элемент 7.2 вызывает срабатывание магнитоуправляемого элемента К2, и импульс с формирователя на микросхеме DD1.3 поступает на второй вход элемента DD3.1. Так как на первом входе этого элемента от счетчика DD2 установлен уровень логической 1, сформированный импульс проходит на вход второго счетчика DD4 и на его выходе 2 появляется уровень логической 1.

При дальнейшем правильном перемещении конца указки по изображенной на носителе схеме магнитные поля остальных магнитных элементов 7.3—7.6 также вызывают срабатывание магнитоуправляемого элемента К2 и сформированные импульсы поступают на вход счетчика DD4. В результате на входе 1 этого счетчика установится сигнал логической 1, который поступает на вход D триггера DD7.1.

Магнитные поля последних магнитных элементов этой группы 7.7 и 7.8 снова вызывают срабатывание элемента К1, и на выходе 7 счетчика DD2 устанавливается сигнал логической 1.

После окончания ответа обучаемый нажимает кнопку SB1 «Оценка». Конструкция кнопки изменена таким образом, что сначала замыкаются ее контакты SB1.3, а затем остальные — SB1.1 и SB1.2. Поэтому сигнал логической 1 со счетчика DD2 через контакты кнопки SB1.3 и переключателя SA2.1 поступает на вход С триггера DD7.1. Так как на входе D-триггера установлен сигнал логической 1, на его выходе 1 также появляется уровень логической 1, который через замкнутые контакты переключателя SA2.2 поступает на базу транзистора VT2.

При замыкании контактов кнопки SB1.2 напряжение

питания +9 В поступает на коллекторы транзисторов VT2 и VT3, и элемент индикации HL2 «Ответ правильный» начинает светиться. Одновременно через замкнутые контакты SB1.1 этой кнопки и элемент DD3.2 сигнал «Сброс» (нулевой потенциал) поступает на входы R счетчиков и устанавливает их в начальные состояния. Триггеры DD5 — DD7 (постоянная память устройства) не изменяют своего состояния при нажатии кнопки SB1. Поэтому результаты всех ответов обучаемого запоминаются этими триггерами.

Для ответа на следующий вопрос обучаемый устанавливает переключатель SA2 «Вариант» в соответствующее положение.

Если обучаемый перемещает указку с нарушением правильной последовательности ответа, например с конечной точки изображенной схемы в начальную, магнитоуправляемый элемент K1 под воздействием полей магнитов 7.8 и 7.7 формирует два импульса напряжения. Эти сигналы поступают на вход счетчика DD2. На его выходе 2 и на первом входе элемента DD3.1 устанавливается уровень логического 0, запирающий прохождение на вход счетчика DD4 импульсов от элемента K2. Таким образом, на входе D триггера DD7.1 будет постоянно присутствовать уровень логического 0 и при нажатии обучаемым на кнопку «Оценка» по окончании ответа включится элемент индикации HL3 «Ответ правильный».

Ответ обучаемого также будет оценен как неправильный, если он допустит нарушение последовательности перемещения указки в середине ответа или ответит не на заданный вариант вопроса. В последнем случае по окончании ответа на входе D триггера DD7 будет установлен уровень логического 0, так как количество основных магнитов в группах для каждого варианта задания различно. Поэтому при нажатии на кнопку «Оценка» включается элемент индикации HL3 «Ответ неправильный».

После окончания ответов обучаемого на заданные вопросы преподаватель, пользуясь переключателем SA2 «Вариант» и нажимая на кнопку «Оценка», может проверить результаты всех ответов. Обнуление постоянной памяти устройства, т. е. установка триггеров в начальное положение, происходит при включении кнопки SA1 «Вкл».

Режим «Обучение». Переключатель SA3 устанавливается в положение «Обучение». Обучаемый перемещает указку по изображенной на носителе схеме. При этом под действием поля магнитных элементов 7 замыкаются контакты магнитоуправляемого элемента K1 или K2. Сформированные элементами сигналы логических 0 через замкнутые контакты переключателя SA3.1, SA3.2 поступают на вход микросхемы DD1.5. Элемент индикации HL1 «Внимание», размещенный на конце стержня указки, включается и обозначает на схеме начальные и конечные точки ответа и точки изменения траектории перемещения указки. Таким образом, используя этот режим работы и ориентируясь на включение светового индикатора в определенных точках изучаемой схемы, обучаемый может проводить тренировки самостоятельно.

Режим «Обучение» можно использовать также для установки основных магнитов на носителе информации перед началом проведения занятий. Для этого концом указки обозначают на изображенной схеме правильную последовательность действий обучаемого при ответе на вопросы и одновременно с обратной стороны носителя информации закрепляют магнитные элементы. Точная установка элементов фиксируется включением светового индикатора «Внимание». При этом необходимо соблюдать следующие правила: полюса первого и двух последних магнитных элементов в каждой группе должны быть ориентированы противоположно полюсам остальных магнитных элементов группы; количество магнитов в группах должно быть равно (N+3), где N — номер варианта задания; полюса дополнительных магнитных элементов, которые обозначают ошибки и могут устанавливаться при изучении сложных схем и рисунков, желательно ориентировать так же, как и полюса первого и двух последних элементов группы. Последнее правило позволяет надежно фиксировать все ошибки обучаемого при изучении сложных устройств и машин.

На рис. 3 изображена принципиальная схема блока оценки универсального устройства для обучения и контроля знаний, конструктивно выполненного в виде отдельного блока с подвижным стержнем. В этой схеме к выходам элементов постоянной памяти (триггерам DD5 — DD7) подключены ключевые каскады на транзисторах VT3 — VT7. Эмиттеры транзисторов соедине-

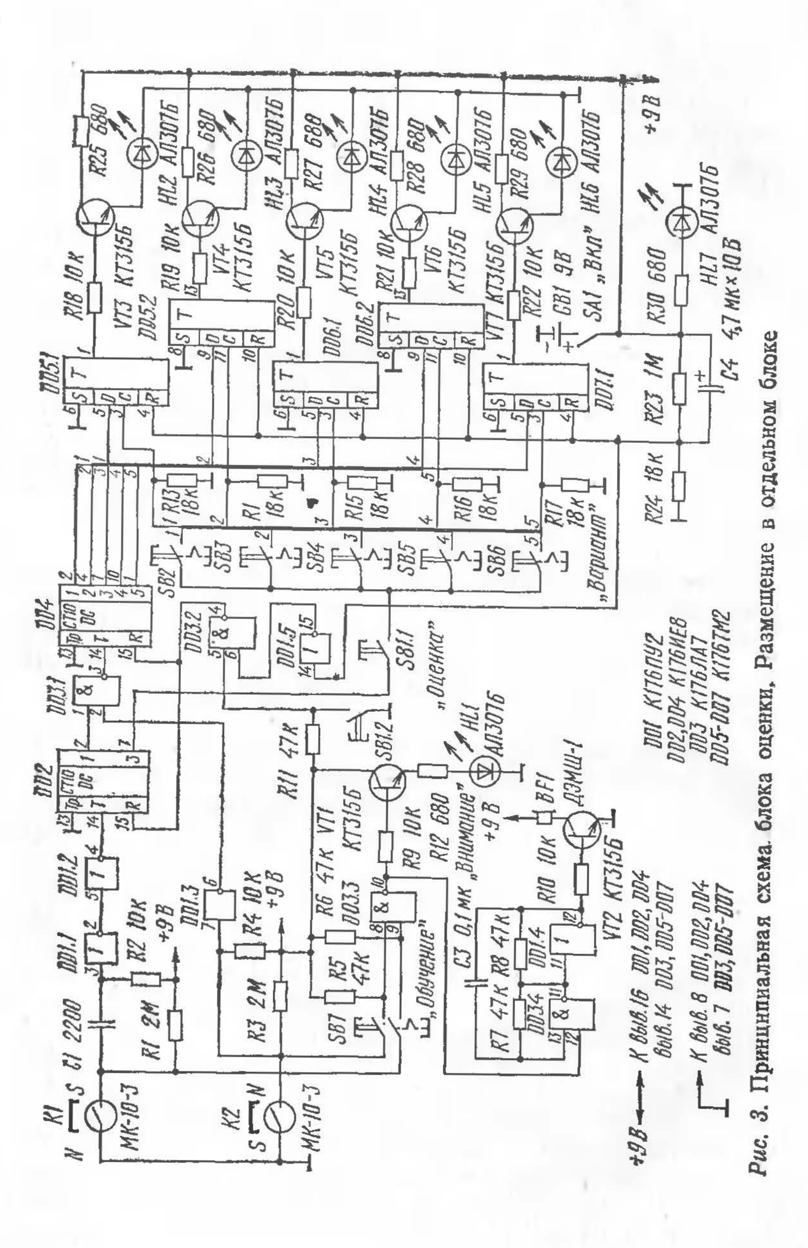


Рис. 3. **Принципиальная схема блока оценки. Размещение в отдельном блоке**

ны с элементами световой индикации ответа HL2 — HL7. Поэтому после ответов обучаемого на все заданные вопросы на лицевой панели универсального устройства постоянно высвечиваются элементы индикации, соответствующие правильным ответам.

На микросхемах DD1.4, DD3.4 и транзисторе VT2 собран генератор звуковой частоты. При работе устройства в режиме «Обучение» одновременно с включением элемента индикации HL1 «Внимание» запускается генератор и раздается звуковой сигнал. Световая и звуковая сигнализация позволяет более качественно акцентировать внимание обучаемого.

На рис. 4 представлена конструкция универсального устройства для обучения и контроля знаний, выполненного в виде указки. Магнитоуправляемые элементы 7, 8 и элементы подмагничивания 6, 10 закреплены на плате 8, выполненной из фольгированного стеклотекстолита. Плата с элементами размещена внутри наконечника 24 и залита эпоксидной композицией, наружная часть которой выполнена в виде конуса. В задней части наконечника закреплен элемент световой индикации 23 (светодиод «Внимание»). Наконечник навинчен на телескопический стержень 25, внутри которого размещены провода, соединяющие магнитоуправляемые элементы 7, 9 и индикатор 23 с блоком оценки. Стержень проходит через отверстие в колпачке 5 и винтом 12 фиксируется внутри корпуса 16.

На лицевых панелях корпуса нанесены соответствующие надписи и расположены элементы индикации 4, 21, 22 и 26. В качестве элементов управления используются кнопки 3, 19 и ручка переключателя 20.

Рукоятка 18 двумя винтами 14 прикреплена к нижней части корпуса 16. Внутри рукоятки размещена печатная плата 17 блока оценки и элемент питания 2 («Крона»). Для замены элемента питания отворачивают крышку 1. Выводы платы 17 монтажными проводами 11 соединены с элементами коммутации и индикации.

В устройстве использованы переключатели 15 типа П2К (SA1, SB1, SA3), переключатель 13 типа ПМ 2Н6П (SA2), магнитоуправляемые элементы МК-10-3. В качестве корпуса 16 можно использовать корпус электробритвы «Агидель», а в качестве телескопического стержня 25 — шариковую ручку-указку.

На рис. 5 представлена конструкция универсального

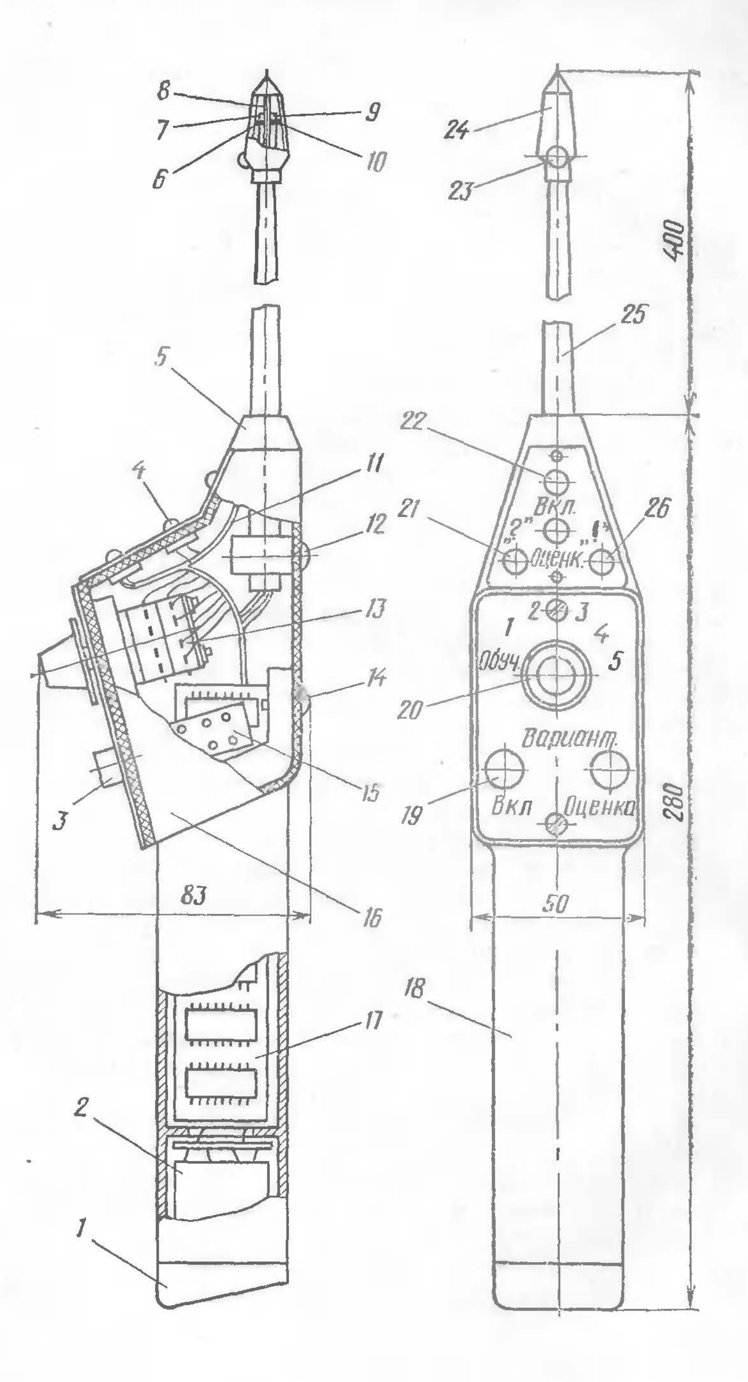


Рис. 4. Конструкция указки:
1 — крышка; 2 — элемент питания «Крона»; 3 — кнопка «Оценка»; 4, 23 — индикаторы «Внимание»; 5 — колпачок; 6, 10 — элементы подмагничивания; 7, 9 — магнитоуправляемые элементы; 8 — плата; 11 — монтажный провод; 12, 14 — винты крепления; 13 — переключатель «Вариант»; 15 — переключатель «Оценка»; 16 — корпус; 17 — плата блока оценки; 18 — рукоятка; 19 — кнопка «Вкл»; 20 — ручка переключателя; 21 — индикатор «Ответ неправильный»; 22 — индикатор «Вкл»; 24 — наконечник; 25 — телескопический стержень; 26 — индикатор «Ответ правильный»

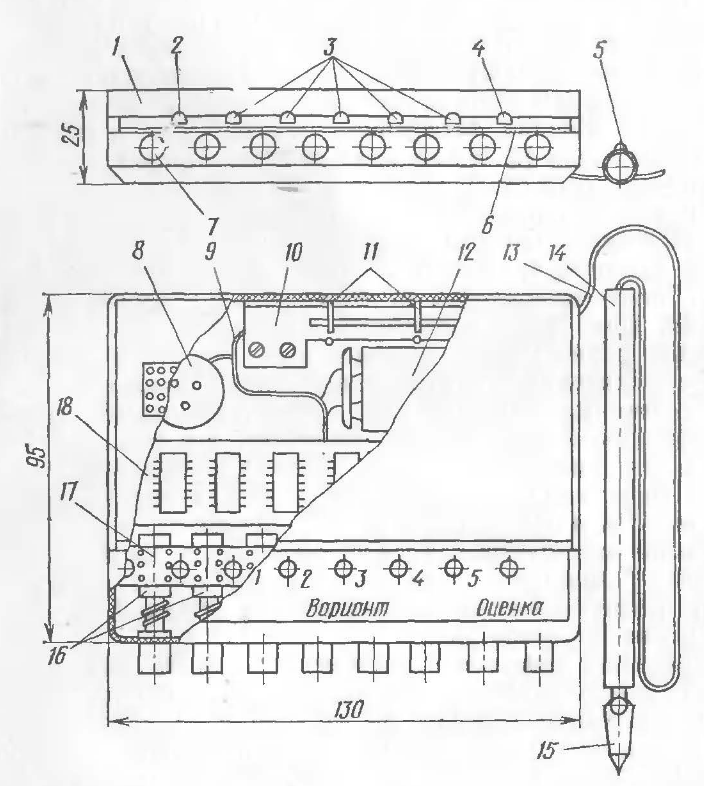


Рис. 5. Конструкция блока:
1 — корпус; 2 — индикатор «Вкл»; 3 — индикаторы ответов; 4, 5 — индикаторы «Внимание»; 6 — шильдик; 7 — кнопки; 8 — капсюль ДЭМШ-1; 9 — монтажный провод; 10 — держатель; 11 — пружинные скобки; 12 — элемент питания «Крона»; 13 — шнур; 14 — телескопический стержень (указка); 15 — наконечник; 16 — переключатели; 17 — плата переключателей и индикаторов; 18 — плата блока оценки

устройства для обучения и контроля знаний, выполненного в виде отдельного блока с подвижным телескопическим стержнем. Наконечник 15 имеет такую же конструкцию, как и наконечник, представленный на рис. 4. Он навинчен на телескопический стержень 14, внутри которого проходит шнур 13. Шнур соединяет элементы наконечника с выводами блока оценки и позволяет свободно перемещать наконечник по поверхности носителя информации.

Переключатели 16 («Вкл», «Вариант», «Оценка») и индикаторы HL2 — HL4 установлены на печатной плате 17. Применены переключатели одного типа — П2К. Плата переключателей и индикаторов и плата 18 блока оценки при помощи винтов крепятся к основанию корпуса 1. Внутри корпуса также размещены: элемент питания 12 «Крона», телефонный капсюль 8 типа ДЭМШ-1 и держатель 10. На верхней крышке корпуса над капсюлем имеются отверстия.

При необходимости телескопический стержень можно выдвинуть и через отверстие в боковой стенке корпуса вставить его конец в держатель 10. Держатель за счет пружинных скобок 11 фиксирует положение стержня 14. При таком положении стержня устройство принимает форму указки и может использоваться совместно с носителями информации, выполненными в виде проекционных экранов или крупногабаритных щитов.

Примеры использования устройств. На рис. 6 представлена одна из схем, изображаемая на внешнем носителе информации и используемая для изучения Правил дорожного движения; на рис. 7 показаны места размещения магнитных элементов на схеме и варианты ответов (маршруты движения транспортных средств). Магнитные элементы установлены на обратной стороне носителя информации.

Римскими цифрами в кружках I, II и III обозначены магнитные элементы, вызывающие срабатывание магнитоуправляемого элемента К1 (по рис. 2, 3). Эти магнитные элементы расположены в начале и конце маршрутов транспортных средств. Сплошными кружками без цифр изображены дополнительные магнитные элементы, обозначающие ошибки и размещенные в тех местах схемы, где по Правилам дорожного движения проезд транспортных средств запрещен. Эти магнитные элементы также вызывают срабатывание магнитоуправляемого

элемента К1 (рис. 2, 3), который производит дополнительные переключения счетчика DD2. Кружками, пунктирными линиями и арабскими цифрами 1—5 обозначены магнитные элементы, вызывающие срабатывание магнитоуправляемого элемента К2 (рис. 2, 3). Различными линиями со стрелками изображены правильные ответы (маршруты движения) для соответствующих транспортных средств.

Формулируется задание обучаемому в соответствии с Правилами дорожного движения и заданным вариантом задания обозначить на носителе информации кратчайший маршрут движения транспортного средства к автозаправочной станции. Возможны следующие варианты задания: 1 — легковой автомобиль, 2 — грузовой автомобиль, 3 — мотоцикл, 4 — грузовой автомобиль с прицепом.

В режиме «Контроль» действия обучаемого должны быть следующими:

а) установить переключатель «Вариант» в заданное положение (1, 2, 3, 4);

б) нажать кнопку «Вкл»;

в) обозначить маршрут движения транспортного средства. Для этого наконечник устройства перемещать по поверхности носителя информации, слегка касаясь ее;

г) по окончании показа маршрута движения нажать на кнопку «Оценка». При правильном ответе обучаемого загорится светодиод «!», а при неправильном — светодиод «?»;

д) установить переключатель «Вариант» в следующее положение и обозначить маршрут движения другого транспортного средства.

После нажатия кнопки «Оценка» автоматически происходит обнуление элементов оперативного запоминающего устройства (ОЗУ). Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) обнуляется при нажатии на кнопку «Вкл». Поэтому после ответов обучаемого на все варианты задания преподаватель может проверить правильность его ответов, устанавливая переключатель «Вариант» в положение 1, 2, 3 или 4.

При правильных ответах на варианты задания обучаемый должен последовательно переместить наконечник указки над следующими магнитными элементами (рис. 7):

I—1—II—III;

I—1—2—II—III;

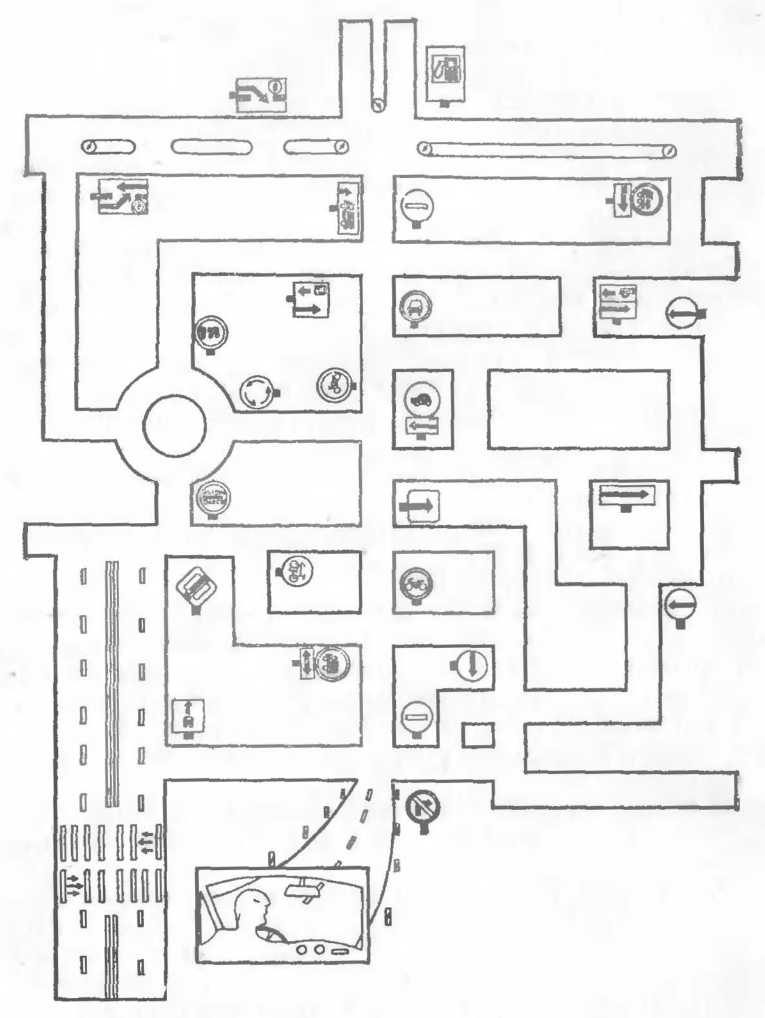


Рис. 6. Внешний носитель информации (лицевая панель)

I—1—2—3—II—III;
I—1—2—4—5—II—III.

В режиме «Обучение» последовательность действий обучаемого должна быть иной:

а) установить переключатель «Вариант» в положение «Обучение»;

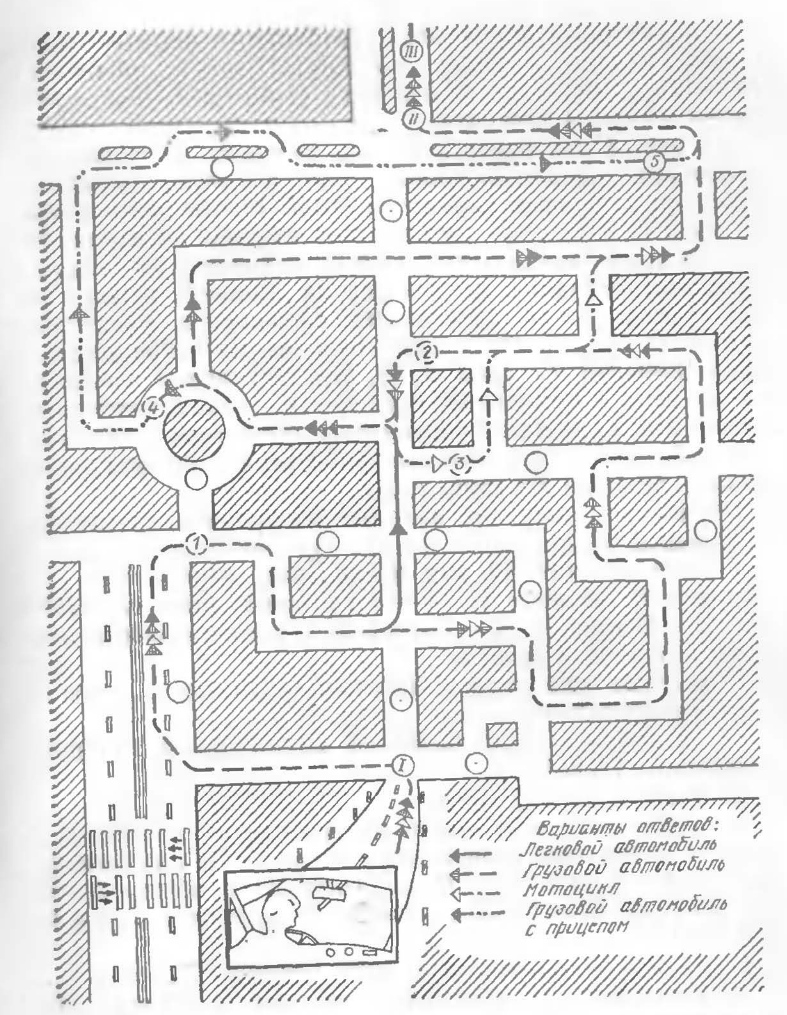


Рис. 7. Внешний носитель информации (размещение магнитных элементов)

б) нажать кнопку «Вкл»;

в) обозначить маршрут движения для заданного транспортного средства.

В момент перемещения наконечника устройства над контрольными точками включается светодиод «Внимание». Включение светодиода обозначает места маршру-

тов, на которые обучаемому необходимо обратить внимание: начало и конец маршрута; запрет движения (ошибки); рубежи вариантов (1-й — два, 2-й — три, 3-й — четыре, 4-й — пять).

На рис. 8 изображена панель внешнего носителя информации, предназначенного для изучения принципа действия цифровых элементов ЭВМ. Места размещения магнитных элементов на обратной стороне носителя информации и правильные ответы показаны на эпюрах выходных сигналов элементов; на лицевой панели их нет. Кружками с крестиками обозначены магнитные элементы, вызывающие срабатывание магнитоуправляемого элемента К1 (рис. 2, 3). Эти магнитные элементы размещены в начальных и конечных точках временных диаграмм. Кружками обозначены магнитные элементы, под действием поля которых срабатывает магнитоуправляемый элемент К2 (рис. 2, 3).

Обучаемый получает задание изобразить временные диаграммы напряжений на выходах цифровых элементов ЭВМ по одному или нескольким вариантам: 1 — логический элемент И; 2 — логический элемент ИЛИ-НЕ, 3 — D-триггер, 4 — D-триггер с установочными входами и обратной связью.

В режиме «Контроль» действия обучаемого должны быть следующими:

а) установить переключатель «Вариант» в заданное положение (1, 2, 3, 4);

б) нажать кнопку «Вкл»;

в) изобразить временную диаграмму напряжения на выходе заданного цифрового элемента. При перемещении наконечника устройства соблюдать обозначенные на рисунке пунктирными линиями уровни логических 0 и 1;

г) по окончании ответа нажать кнопку «Оценка»;

д) установить переключатель «Вариант» в следующее положение и изобразить временную диаграмму на выходе другого элемента.

В режиме «Обучение» действия обучаемого другие:

а) установить переключатель «Вариант» в положение «Обучение»;

б) нажать кнопку «Вкл»;

в) изобразить временную диаграмму на выходе цифрового элемента.

В момент перемещения наконечника устройства над

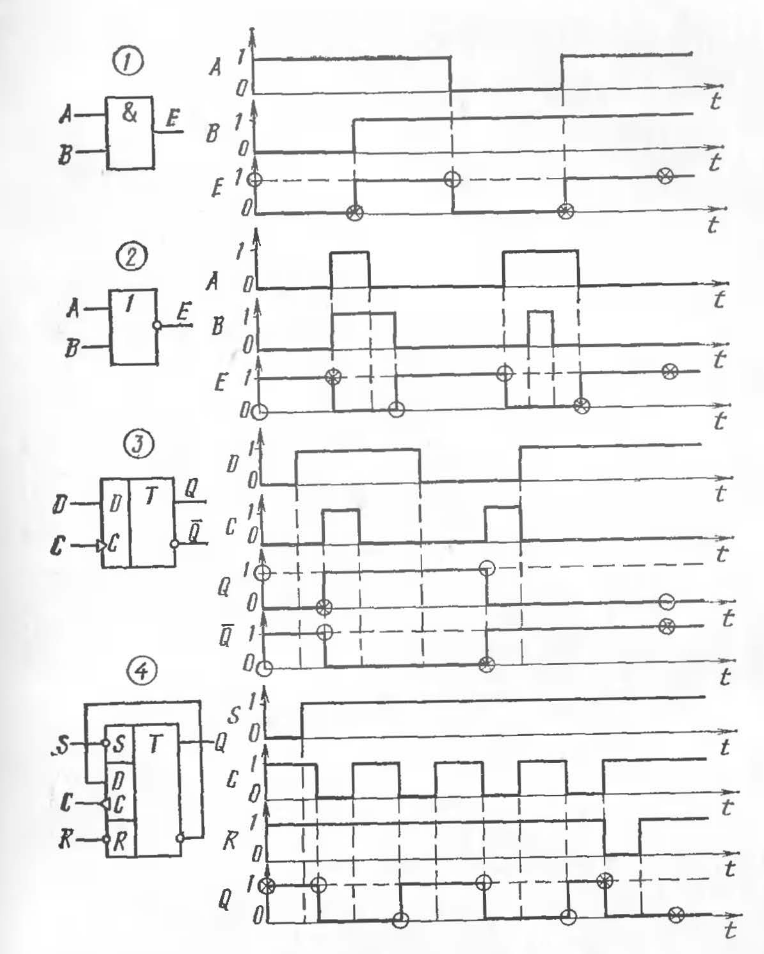


Рис. 8. Панель внешнего носителя информации, предназначенная для изучения ЭВМ

контрольными точками включается светодиод «Внимание». Включение светодиода обозначает место диаграммы, где выходное напряжение изменяет свою величину и цифровой элемент переходит из нулевого в единичное состояние или наоборот. Таким образом, используя режим «Обучение», обучаемый может самостоятельно изобразить диаграммы напряжений на выходах цифровых элементов.

ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И БЫТА

ФАЗОМЕТР И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Н. Шиянов

Приборы для измерения сдвигов фаз — фазометры используются при разработке всевозможных радиотехнических устройств. В настоящее время фазометры все более широко применяются при настройке звуковоспроизводящей аппаратуры. Контроль фазовых характеристик позволяет существенно улучшить показатели качества современной аппаратуры высококачественного звуковоспроизведения [1]. К измерениям сдвига фаз прибегают и при разработке аппаратуры магнитной записи для настройки каналов записи и воспроизведения, а также при регулировке лентопротяжного механизма. Фазометр отличается от ранее опубликованных [2, 3] более широкими функциональными возможностями.

Основные технические характеристики

Диапазон рабочих частот, Гц	20...30·10³
Диапазон допустимых входных напряжений, мВ	10...30·10³
Входное сопротивление, кОм	10
Пределы измерения сдвига фаз, град	±50; ±180
Погрешность измерения фазы на частотах f⩽10 кГц, град	2

Принципиальная схема фазометра показана на рис. 1. Он состоит из двух одинаковых входных усилителей на транзисторах VT1, VT2, двух широкополосных усилителей-ограничителей на операционных усилителях DA1, DA2, формирователей импульсов на DD1.1, DD1.3, логического элемента «исключающее ИЛИ» (DD1.2), ключевого каскада на транзисторе VT2, фильтра нижних частот на основе DA3, блока индикации знака сдвига фазы на DD2, DD3 и индикаторной головки PA1.

Рассмотрим работу фазометра более подробно. Основное назначение усилителей на транзисторах VT1, VT3 — обеспечение высокого значения входного сопротивления

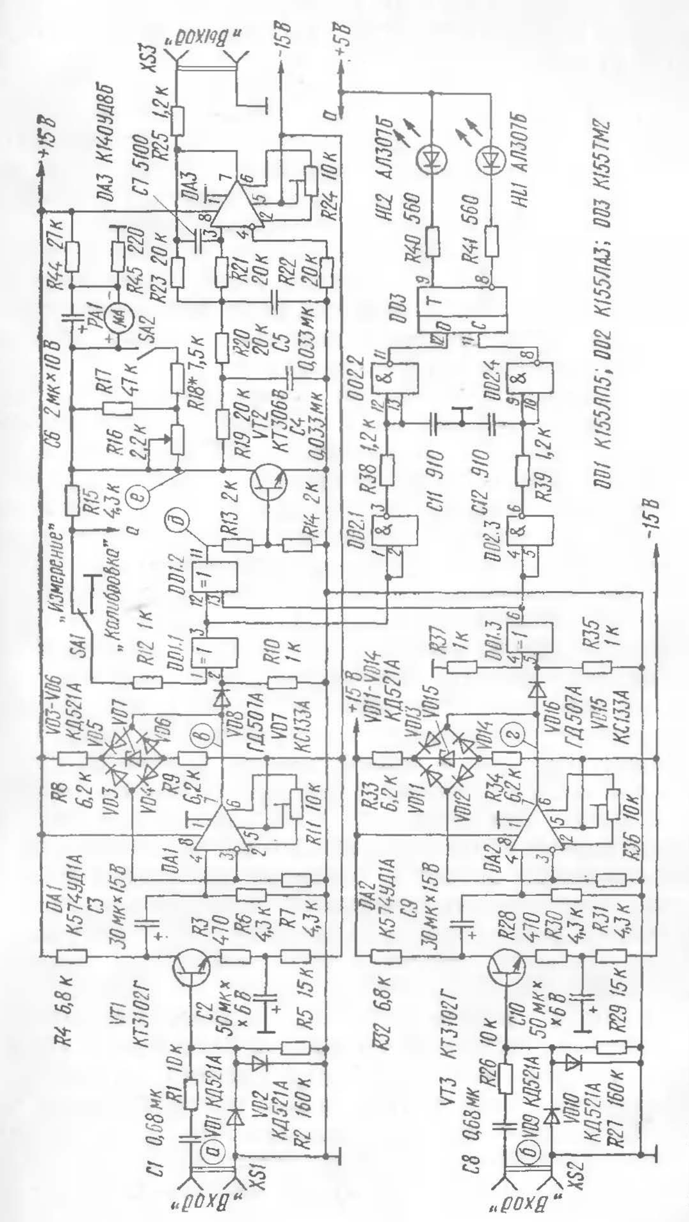


Рис. 1. Принципиальная схема фазометра

фазометра. Сопротивления резисторов R3, R28 в цепях эмиттеров транзисторов VT1, VT3 определяют коэффициенты передачи этих каскадов (около 5). Использование невысокого коэффициента передачи входного каскада по напряжению, а также применение двустороннего ограничителя на быстродействующих диодах. VD1, VD2 обеспечивает работу усилителя в активном режиме и исключает насыщение транзистора VT1 во всем диапазоне амплитуд входных сигналов фазометра. Развязывающая цепь R5C2 существенно ослабляет проникание пульсаций отрицательного напряжения питания на выход усилителя. Указанная цепь исключает также взаимодействие сигналов в опорном и измерительном каналах фазометра через шину питания.

Усилители-ограничители на микросхемах DA1, DA2 осуществляют глубокое симметричное ограничение сигнала на уровне, определяемом стабилитроном VD7, формируя прямоугольные импульсы с крутыми фронтами в широком диапазоне входных уровней и рабочих частот. Использование эффективного ограничителя позволяет существенно снизить фазовые погрешности устройства в области высоких частот и одновременно обеспечить малые фазо-амплитудные погрешности входных усилительных каскадов фазометра. При положительном полупериоде входного сигнала выходной ток элемента DA1 протекает через VD5, VD7, VD4, R7, при отрицательных полупериодах — по цепи VD6, VD7, VD3, R7. Положительные и отрицательные уровни ограничения оказываются равными благодаря включению в диагональ моста стабилитрона VD7, рабочая точка на вольт-амперной характеристике которого смещена в область лавинного пробоя с помощью резисторов R8, R9. Уровень ограничения, задаваемый перечисленными элементами, близок к уровню логической 1 ТТЛ-микросхем.

Положительные прямоугольные импульсы, выделяемые элементами VD8, R10, поступают на один из входов (вывод 2) элемента DD1.1, дающего возможность инвертировать выходной импульс в зависимости от логического потенциала, подаваемого на второй вход элемента (вывод 1). Если подвижный контакт переключателя SA1 замкнут на шину питания +5 В, элемент инвертирует входной сигнал или элемент DD1.1 сигнал не инвертирует и работает как буферный каскад.

При одинаковых логических уровнях на входах элемента DD1.2 выходное напряжение его соответствует логическому 0, при различных уровнях — логической 1. Если поступающие на входы сигналы сдвинуты на некоторый фазовый угол, последовательность импульсов на выходе элемента имеет частоту, вдвое превышающую частоту входных сигналов. При этом длительность импульсов пропорциональна модулю фазового сдвига входных сигналов. На рис. 2 показаны временные диаграммы сигналов в характерных точках устройства, поясняющие принцип работы.

Рис. 2. Эпюры напряжений

Рассмотренная выше схема позволяет получить последовательность импульсов, длительность которых пропорциональна фазовому сдвигу и не зависит от знака смещения фазы. Для этого также используется ключевой каскад на транзисторе VT2. Сигнал на его выходе имеет вид, показанный на рис. 2, е. Среднее значение напряжения импульсной последовательности измеряется микроамперметром PA1, стрелка которого отклоняется на угол, пропорциональный измеряемому фазовому сдвигу. Переключателем SA2 параллельно резистору R17 подключается резистор R18. Тем самым диапазон измерения фазометра изменяется от ±180° до ±50°.

Подстроечный резистор R16 предназначен для калибровки фазометра. Калибровка проводится при нижнем по схеме положении переключателя SA1 и замкнутых входах опорного и измерительного каналов фазометра. В указанном режиме элемент DD1.1 не инвертирует сигнал и при правильной балансировке операционных

усилителей DA1, DA2 потенциал коллектора транзистора VT2 близок к напряжению питания +5 В. Подстройкой резистора R16 устанавливается требуемый ток через микроамперметр, соответствующий фазовому сдвигу сигнала 180°.

Известно, что спектр колебаний фазы в некоторых узлах аппаратуры магнитной записи может быть довольно широким. Кроме того, возможны значительные изменения фазы исследуемого сигнала около нулевого значения. В обоих случаях весьма удобным оказывается наблюдение напряжения, пропорционального измеряемому фазовому сдвигу на экране осциллографа. При этом легко выявляются особенности изменения фазы по ее временной зависимости. Для реализации этой возможности в прибор введен активный фильтр нижних частот третьего порядка на операционном усилителе DA3. Частота среза фильтра равна 500 Гц. При выборе полосы пропускания учитывалось, что практически наиболее удобное значение частоты измерительного сигнала равно 3150 Гц. Эта частота широко используется при записи на магнитных лентах для измерения коэффициента детонации. Измерительные ленты успешно используются для измерения как средних значений фазы, так и фазового спектра в полосе пропускания фильтра. Подавление сигнала с частотой 3150 Гц, обеспечиваемое указанным фильтром, составляет не менее 60 дБ.

Поскольку описанные выше элементы фазометра, преобразующие сдвиг фазы сигнала в пропорциональное ему напряжение, нечувствительны к знаку сдвига фазы, в прибор введен канал индикации знака фазы, содержащий логические элементы DD2.1 — DD2.4, D-триггер DD3 и индикатор состояния триггера на светоизлучающих диодах HL1, HL2.

Сигналы измерительного и опорного каналов поступают на двухкаскадные буферные элементы DD2.1, DD2.2 и DD2.3, DD2.4 соответственно. Между названными элементами включены интегрирующие цепи R38C11 и R39C12, сглаживающие помехи, возникающие в результате многократного переключения компараторов при малом соотношении сигнал/шум на входе фазометра. Равенство постоянных времени цепочек, а также двухкаскадное симметричное включение буферных логических элементов не изменяют взаимного фазового сдвига между измерительным и опорным сигналами и

не вносят поэтому собственной погрешности в индикацию знака фазы.

Опорный сигнал подается на тактовый вход триггера DD3, сигнал измерительного канала — на вход D-триггера. В зависимости от того, опережают или запаздывают импульсы на D-входе триггера относительно тактовых импульсов, его выходное логическое состояние (на выводе 9 микросхемы) характеризуется соответственно либо логическим 0, либо 1.

Детали и конструкция. Фазометр собран на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 82×78×2 мм (рис. 3), помещаемой в экран соответствующих размеров. В качестве подходящего экрана можно использовать металлический корпус телевизионного переключателя каналов СКМ-24. Для ослабления влияния электрических наводок на точность измерения монтаж входных усилителей и усилителей-ограничителей измерительного и опорного каналов выполнен зеркально-симметрично относительно общей шины. В связи с этим операционный усилитель DA1 монтируется на плату выводами вниз, корпус операционного усилителя DA2 приклеивается к поверхности платы, его выводы изгибаются в направлении платы на 180° и пропускаются в ее отверстия. На выводы DA2 желательно надеть изолирующие пластмассовые трубки. Перемычки на печатной плате изображены сплошными линиями. Их устанавливают со стороны деталей.

В конструкции использованы резисторы типа МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25 с отклонением ±10...20 %. Подстроечные резисторы R11, R24, R16, R36 — типов СП3-44, СП3-16, СП3-27. Некоторые резисторы, обозначенные на рис. 3. окружностями, установлены на плате вертикально. На опорный вывод этих резисторов надевается дистанционная пластмассовая трубка длиной около 3 мм.

В устройстве могут быть использованы конденсаторы КМ-6 (С1, С8), К50-6, К50-12 (С2, С3, С9, С10, С6), К73-5, К73-9 (С4, С5, С7, С11, С12). Конденсаторы в фильтре нижних частот (С4, С5, С7), интегрирующих цепях (С11, С12), а также С2, С10 в цепях развязки желательно подобрать с погрешностью, не превышающей ±10...20 %. Оксидный конденсатор С6 монтирует-

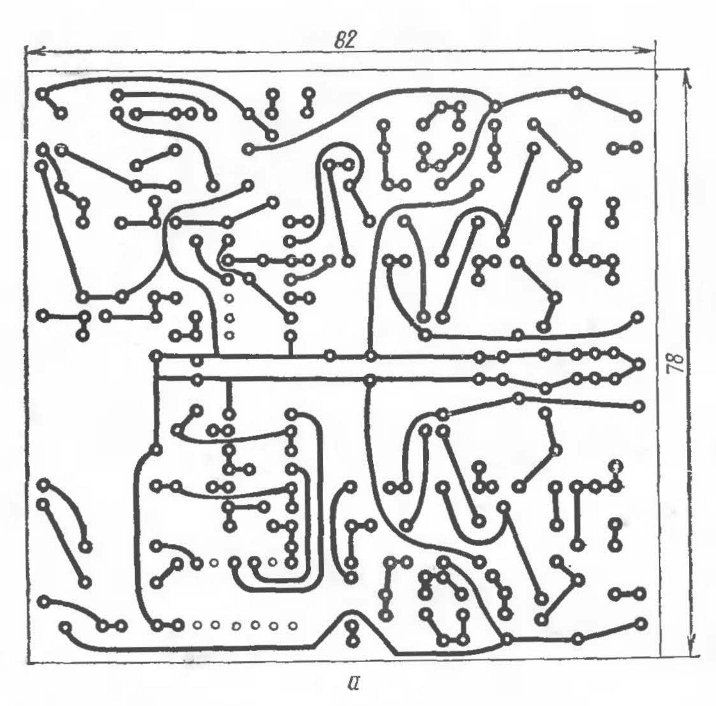
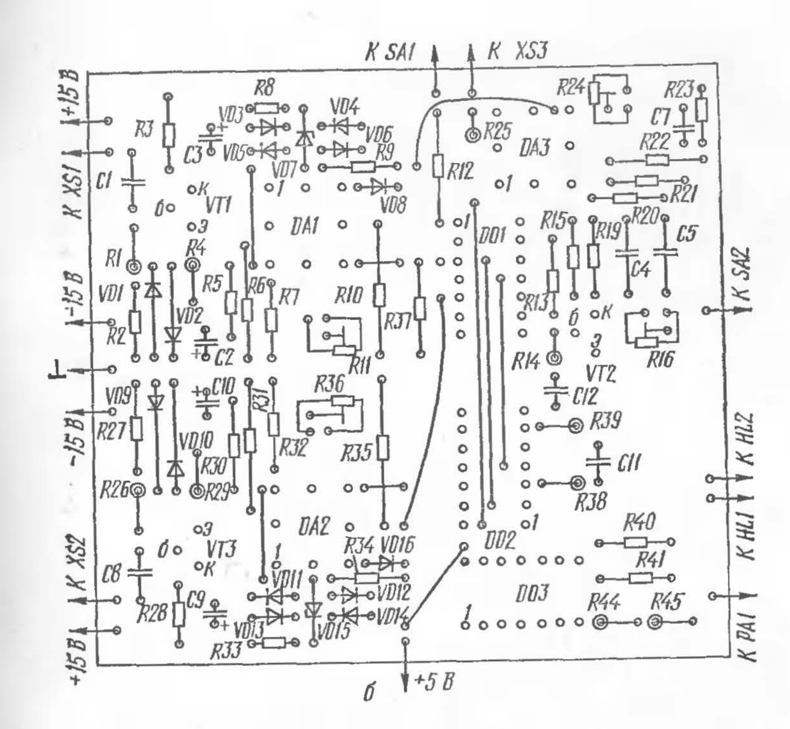


Рис. 3. Печатная плата фазометра:
а — вид со стороны монтажа; б — размещение деталей

ся на выводах индикаторной головки PA1. Переключатели SA1 и SA2 — кнопочные типов П2К. К выводам последнего припаиваются резисторы R17, R18. Разъемы XS1, XS2 — типа СР50-73 ФВР, могут быть заменены низкочастотными гнездами ОНЦ-ВГ-3/16-В. Переменный резистор R16 (калибровка 180°) может быть установлен на передней панели фазометра.

Вместо указанных на схеме возможно применение транзисторов серий КТ325, КТ316 (VT2), КТ342В (VT1, VT3). Транзисторы VT1, VT3 должны иметь статистические коэффициенты передачи $h_{21} \geqslant 300$. Полупроводниковые диоды VD1 — VD6, VD9 — VD14 могут заменяться на КД522А, КД512А, КД509А, КД510А; в двух последних случаях потребуется их вертикальная установка на плату. Вместо светодиодов АЛ307Б допустимо использовать АЛ310, АЛ102.

Микросхему К574УД1А можно заменить на К574УД1В,



К140УД8Б — на К140УД8А, В, а также К544УД1А. В фазометре использован микроамперметр М24 с током полного отклонения 100 мкА и сопротивлением рамки 760 Ом. Для питания устройства используется блок питания, обеспечивающий напряжения ±15 В при токе нагрузки не менее 50 мА и +5 В при токе 80 мА, выполненный по любой из известных схем.

Настройку начинают с проверки правильности монтажа и выходных напряжений источника питания. Указанные напряжения не должны отклоняться от номинальных более чем на ±5 %. Затем соединяют параллельно входы разъемов XS1, XS2 и подключают их к выходу звукового генератора. Временно выпаивают выводы анодов диодов VD8, VD16 и контролируют осциллограммы выходного сигнала операционных усилителей DA1, DA2. Форма сигнала в полосе частот 20 Гц... 30 кГц должна быть близка к меандру с амплитудой ±3,7...4,1 В. Если сигнал оказывается резко несимметричным относительно нуля, следует проверить исправ-

ность диодов моста. Необходимо обратить особое внимание на точное симметрирование сигнала усилителем-ограничителем, которое корректируется на малых входных сигналах (порядка единиц-десятков милливольт) балансировочными резисторами R11, R36.

После этого восстанавливают подключение диодов VD8, VD16 к печатной плате и проверяют формирование прямоугольных положительных импульсов элементами DD1.1, DD1.3 в верхнем по схеме положении переключателя SA1 (режим измерения). При этом на выходе элемента DD1.2 «исключающее ИЛИ» должны наблюдаться узкие отрицательные импульсы; постоянное напряжение в этой точке составляет 3,5...3,8 В.

Последовательность импульсов на коллекторе транзистора VT2 должна иметь близкую к нулю постоянную составляющую, обусловленную в основном конечным значением напряжения насыщения транзистора VT2. При этом стрелка микроамперметра PA1 находится около нулевой отметки. В случае применения в качестве VT2 транзисторов, имеющих иное напряжение насыщения, необходимо подобрать значение сопротивления резистора R44, при котором стрелка микроамперметра PA1 устанавливается в нуль.

Затем переводят переключатель SA1 в нижнее по схеме положение «Калибровка». Регулировкой резистора R16 стрелка микроамперметра должна отклоняться на угол, соответствующий фазовому сдвигу 180°. В случае использования головки на 100 мкА это положение стрелки соответствует делению «90» шкалы. Если используется микроамперметр с отличающимися параметрами, потребуется подбор сопротивления резистора R17, а также R18. Для этого на входе любого из каналов фазометра включают RC-цепь, создающую фазовый сдвиг в пределах 30...40°. Фиксируя показания фазометра на пределе измерения ±180°, переводят переключатель SA2 в положение, соответствующее пределу измерения ±50°, и подбирают сопротивление резистора R18, при котором показания на обоих пределах измерения совпадают. В случае необходимости указанное сопротивление можно составить из двух последовательно соединенных резисторов.

При правильном монтаже фильтр нижних частот на основе усилителя DA3 и канал индикации знака фазы в настройке не нуждаются. Необходимо только иметь

в виду, что задержка сигнала в измерительном канале относительно опорного должна приводить к появлению логической 1 на выходе триггера и свечению светодиода HL1, опережение сигнала — к свечению светодиода HL2.

Применение фазометра. Кроме очевидных и широко используемых измерений фазовых сдвигов в усилительных устройствах и фазовой балансировки стереоканалов, фазометр может успешно использоваться для регулировки узлов лентопротяжного тракта магнитофонов. Одним из наиболее известных применений фазометра в названной области является установка с его помощью угла наклона зазора магнитных головок. В этом случае нормативы на точность установки достаточно просто реализуются благодаря сильной зависимости сдвига фазы между стереоканалами от угла наклона зазоров [4]. С повышением частоты сигналограммы чувствительность фазового метода возрастает.

Измерения фазы можно использовать также и для контроля различных видов колебаний натяжения магнитной ленты в лентопротяжном тракте. Поскольку для стабильного движения ленты ее натяжение должно быть постоянным во времени и равномерным по ширине, амплитуда колебаний натяжения характеризует качество протяжки ленты. Одним из самых простых измерений подобного назначения является контроль равномерности натяжения ленты по ее ширине [4].

Неравномерное натяжение магнитной ленты создает некоторый динамический перекос, вызывающий фазовый сдвиг идентичных сигналов, записанных по двум дорожкам магнитной ленты. В качестве сигналограммы удобно использовать технологическую ленту для измерения детонации (f=3150 Гц). Для проведения измерений входы фазометра подключаются к линейным выходам стереоканалов магнитофона. На выход фильтра нижних частот фазометра подключается осциллограф, в котором установлена скорость развертки 5...20 мс/дел. При воспроизведении измерительной ленты на экране осциллографа наблюдается случайный сигнал, линейно связанный с мгновенными фазовыми сдвигами. По эффективным значениям этого напряжения можно сопоставить однородность натяжения ленты в различных магнитофонах. Кроме того, рассматриваемая методика контроля облегчает регулировку лентопротяжного

тракта. В подобных случаях для получения наилучшей равномерности натяжения ленты достаточно добиться минимального размаха колебаний фазы путем регулировки элементов тракта: направляющих колонок, магнитных головок и т. д. Следует обратить особое внимание на соосность прижимного ролика и ведущего вала.

Для рассмотренных измерений необходимо использовать недеформированные измерительные ленты. В противном случае возможно увеличение размаха колебаний фазы, которое не будет связано с качеством натяжения ленты лентопротяжным трактом магнитофона. При настройке кассетных магнитофонов необходимо также иметь в виду, что одним из источников неравномерности натяжения может являться механизм кассеты.

В заключение отметим, что описанный фазометр можно подключить в качестве приставки к универсальному измерительному прибору, например тестеру. При этом необходимо подобрать сопротивления резисторов R17, R18.

Литература

1. Атаев Д., Болотников В. Практические схемы высококачественного звуковоспроизведения.— М.: Радио и связь, 1986.
2. Гончаренко А. Фазометр на микросхемах.— Радио, 1984, № 12, с. 29.
3. Бутев В. Фазометр на ОУ.— Радио, 1987, № 12, с. 50—51.
4. Конюхов А. Фазометр в налаживании магнитофона.— Радио, 1983, № 1, с. 30.
5. Ковальчук Е. Устройство для измерения динамического перекоса магнитной ленты. Авторское свид. СССР № 542236, G11B 27/10.

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В АКВАРИУМЕ

В. Агибалов

Предлагается простой регулятор температуры прогрева воды, выполненный на интегральном компараторе К554СА3. Как известно, выходное напряжение компаратора может находиться лишь на стандартных уровнях логической 1 или 0 в зависимости от соотношения напряжений сигнала $U_{сигн}$ и опорного напряжения $U_{оп}$. Выходная мощность К554СА3 достаточна для управле-

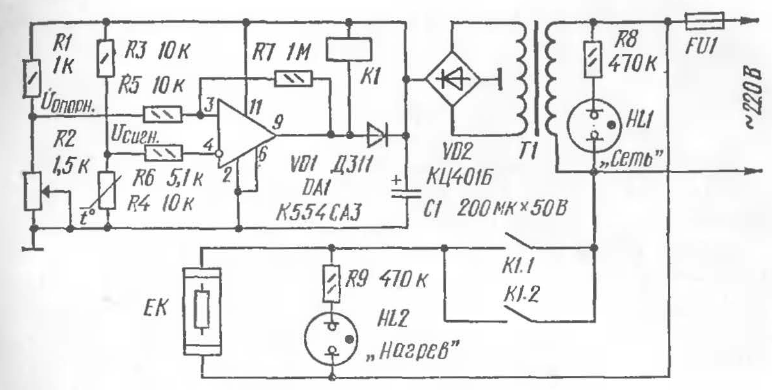


Рис. 1. Принципиальная схема регулятора

ния исполнительным реле. Таким образом, не требуется дополнительного мощного выходного транзистора.

Пределы регулирования температуры воды для аквариума можно ограничить пределом от 16 до 30 °С. Точность регулирования в основном определяется градуировкой регулятора и составляет $\Delta t = 0{,}5$ °С. Схема регулятора представлена на рис. 1. Резисторы R1 — R4 включены по мостовой схеме. Диагональ моста подключена к компаратору DA1. При превышении напряжением сигнала $U_{сигн}$ опорного напряжения $U_{оп}$ на выходе DA1 появляется логический 0. Реле K1 включается и своими контактами K1.1 и K1.2 подключает нагревательный элемент EK к напряжению ~220 В, при этом включается контрольная лампочка HL2 («Нагрев»). При нагревании воды сопротивление терморезистора R4 уменьшается, и при достижении $U_{сигн} < U_{оп}$ компаратор переключается. Реле отключается, и нагрев воды прекращается. Для получения более высокой температуры нагрева воды надо уменьшить $U_{оп}$, т. е. уменьшить сопротивление резистора R2.

Для градуировки устанавливают рядом термосопротивление R4 и термометр в емкости с водой. Замерив температуру воды и при необходимости подогревая ее до нужной температуры (например, 20 °С), устанавливают движок резистора R2 в положение, когда дальнейший его поворот включает реле K1 (контроль по светодиоду HL2). Точность градуировки ±0,5 °С.

Детали. Реле К1 — типа РЭС-9, паспорт РС4.524.200. Терморезистор R4 — типа КМТ1, КМТ2. Применены неоновые лампы ТН-0,2-1. Трансформатор Т1 — на напряжение 220 В/27 В, вторичная обмотка рассчитана на силу тока 200...300 мА.

В качестве нагревательного элемента ЕК использованы четыре сопротивления типа ПЭВ-20 по 1500 Ом каждый, включенные параллельно. Это дает мощность нагревателя 100 Вт. Нагревательный элемент помещен в стеклянную трубку диаметром 20 мм и длиной 200... 250 мм. Для лучшего теплообмена со средой свободное пространство в трубке засыпано кварцевым песком. Пробка залита эпоксидной смолой. Терморезистор помещен в стеклянную трубку диаметром 7 мм. Один конец трубки оплавлен, второй залит эпоксидной смолой. Следует обратить особое внимание на тщательность изготовления нагревателя с точки зрения электробезопасности.

Нагреватель рассчитан на аквариум емкостью 50... 100 л. При этом нагреватель помещают в зону аэрации для снижения градиента температур по объему аквариума.

Можно избежать изготовления самодельного нагревательного элемента, если использовать, например, выпускаемый промышленностью электрокипятильник с мощностью не более 200 В·А или какой-либо другой готовый прибор с подходящей мощностью.

ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫЗОВОМ

Н. Родичев

Ранее было описано переговорное устройство [1], обеспечивающее телефонную связь между двумя абонентами с помощью обычных телефонных аппаратов. Недостатком устройства является необходимость пользоваться дополнительными кнопками для подачи вызова.

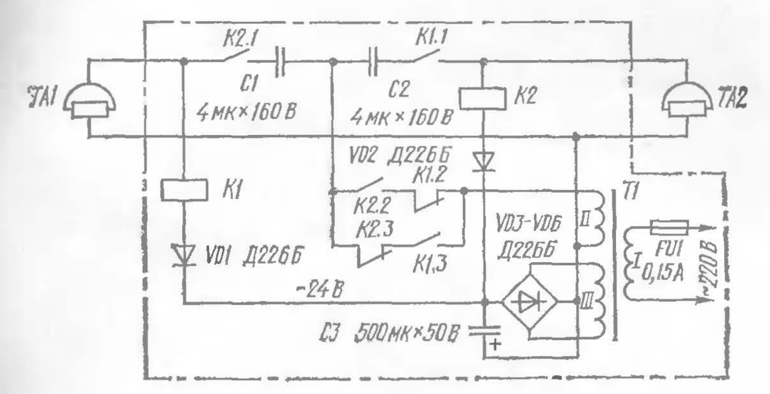


Рис. 1. Схема переговорного устройства

Подачу вызова в переговорном устройстве можно автоматизировать, если воспользоваться схемой, изображенной на рис. 1. Когда один из абонентов, например ТА1 (ТА2), поднимает трубку, на реле К1 (К2) подается напряжение. Реле срабатывает, и через контакты К1.1 (К2.1), К1.3 (К2.2) и нормально замкнутые контакты К2.3 (К1.2) реле К2 (К1) напряжение ~80 В поступает на звонок аппарата ТА2 (ТА1). Абонент ТА2 (ТА1) поднимает трубку. Срабатывает реле К2 (К1), контакты К2.3 (К1.2) размыкаются, подача вызова прекращается. Контакты К2.1 (К1.1) замыкаются, образуется разговорная цепь.

Источник питания микрофонов аппаратов не оказывает шунтирующего действия из-за высокого индуктивного сопротивления обмоток реле К1 и К2 разговорным токам.

Параметры трансформатора Т1: сердечник Ш 16×45. Обмотка I содержит 1320 витков провода ПЭВ-2∅-0,23. Обмотка II — 500 витков провода ПЭВ-2∅-0,12. Обмотка III — 110 витков провода ПЭВ-2∅-0,35. Использованы реле К1, К2 типа РЭС22, паспорт РФ4.500.131. Конденсаторы С1, С2 — типа МБГО на рабочее напряжение не менее 160 В. Конденсатор С3 — оксидный К50-6.

Литература

1. Евсеев А. Переговорное устройство.— В помощь радиолюбителю, вып. 96, с. 30—32.

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ВТОРИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

П. Михеев, В. Ермолина

Предлагаемый вниманию читателей вторичный источник питания (ВИП) позволяет значительно ускорить и облегчить обработку и макетирование устройств на интегральных микросхемах (ИМС), чем функционально превосходит другие источники питания. Предлагаемый ВИП выдает 16 различных стабилизированных напряжений, гальванически развязанных от первичного источника, имеет защиту от переполюсовки, узел защиты питаемых ИМС от перенапряжения при изменениях в первичной сети с автоматическим отключением ВИП и индикацию режима нормальной работы. Предлагаемый ВИП может использоваться самостоятельно, а также как составная часть в различных радиоэлектронных устройствах как в домашней лаборатории радиолюбителя, так и на производстве. По сравнению с известным [1] предлагаемый ВИП обладает повышенным КПД. Стабилизация выходных напряжений производится по изменению входного напряжения первичной сети и средней потребляемой мощности.

Основные технические характеристики

Напряжения питания, В	20...40
КПД, не менее	0,7
Выходные напряжения, В	±3, ±5, ±6,3, ±9, ±12,6, ±15, ±24, ±48
Нестабильность выходных напряжений при всех значениях напряжения питания, %, не более	+5 —10
Выходные токи, мА	0...200
Уровень пульсаций выходных напряжений, мВ, при токе 200 мА, не более	50
Первичный источник	любой с $U_{вых}$=20...40 В $I_{вых}\geqslant$1...2 А $U_{пульс}\leqslant$50 мВ

Принципиальная схема ВИП приведена на рис. 1. ВИП выполнен по схеме стабилизированного преобразователя напряжения с импульсной регулировкой напряжения вольтодобавки и состоит из преобразователя напряжения (ПН), выпрямителя вольтодобавки, импульсного регулятора напряжения вольтодобавки, выпрямителя цепи обратной связи, схемы защиты от перенапряжения, элементов защиты от переполюсовки, выходных выпрямителей.

Задающий генератор ПН собран на транзисторах VT3, VT4 по схеме двухтактного автогенератора с трансформаторной обратной связью. Частота генерации — 30±5 кГц. Обмотка обратной связи включена между базами транзисторов через ограничивающие резисторы R7, R9. Для уменьшения бросков коллекторных токов транзисторов при входе магнитопровода трансформатора T1 в режим насыщения в цепь эмиттеров транзисторов VT3, VT4 включен резистор R6. Нагрузкой задающего генератора является входная цепь усилителя мощности ПН.

Усилитель мощности ПН выполнен на транзисторах VT9, VT10 по двухтактной схеме с защитой от сквозных токов. Нагрузкой усилителя мощности являются выходные цепи, подключенные к трансформатору T2. Цепь защиты от сквозных токов состоит из диодов VD13, VD14 и обмоток с выводами 6, 7 и 4, 5 трансформатора T2.

Выпрямитель вольтодобавки выполнен на диодах VD15, VD16. На выходе выпрямителя включен фильтр C7, C8, к которому подключен импульсный регулятор напряжения вольтодобавки, собранный на транзисторах VT5 — VT8. Узел сравнения напряжений стабилизатора выполнен на транзисторе VT5 и стабилитроне VD11. К базе транзистора VT5 подключен выход цепи обратной связи, состоящий из выпрямителя VD17, делителя напряжения R16, R17 и конденсатора C5.

Узел защиты от перенапряжения выполнен на однопереходном транзисторе VT2 и стабилитроне VD4 (компаратор напряжения) и на транзисторе VT1, являющемся усилителем мощности. В коллекторную цепь транзистора VT1 включена обмотка исполнительного элемента K1, в качестве которого применен дистанционный переключатель.

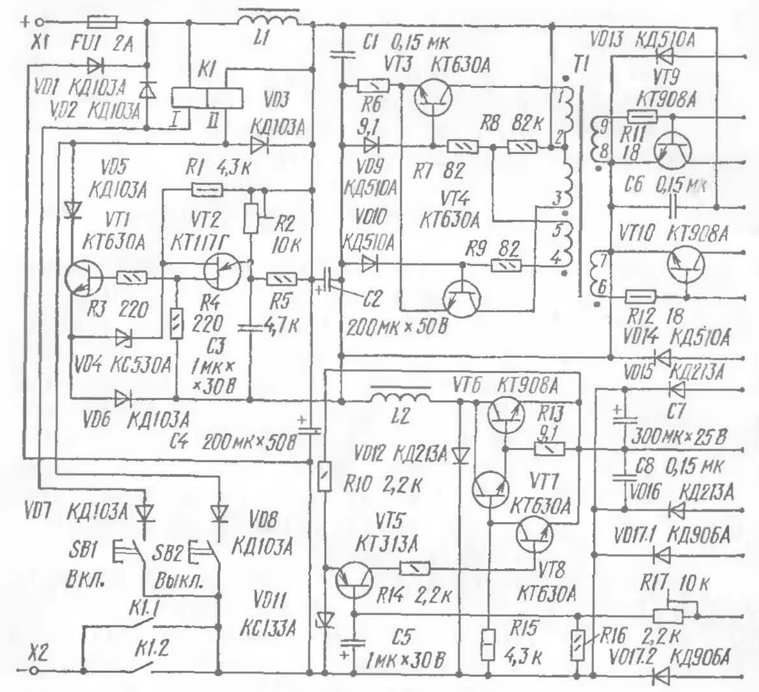


Рис. 1. Принципиальная схема многоканального источника питания

Элементами защиты от переполюсовки является диод VD7 и узел защиты от перенапряжения (выполняет две функции).

Выходные выпрямители собраны на диодных сборках VD18 — VD25 по двухполупериодной схеме с отводом от средней точки. К выходам выпрямителей подключены сглаживающие фильтры C9 — C40, L3 — L18, шунтирующие резисторы R18 — R33, элементы индикации нормальной работы R34, VD26.

При подаче питания на вход устройства и нажатии кнопки SB1 напряжение от входного источника при правильном включении через диод VD7 поступает на обмотку I переключателя K1. Он срабатывает, контакты K1.1 и K1.2 замыкаются. Минус питания через возвратный диод VD12, дроссель L2 поступает на минусовую шину, а плюс — через предохранитель FU1, дроссель L1 на плюсовую шину ПН. На выходных обмотках

трансформатора Т2 появляются переменные напряжения.

Постоянное напряжение с выпрямителя вольтодобавки поступает на вход импульсного регулятора и далее через открытый транзистор VT6, дроссель L2 к минусовой шине преобразователя напряжения последовательно с напряжением первичного источника. Напряжение, питающее ПН, повышается, соответственно повышаются и все выходные напряжения на обмотках Т2, в том числе и на обмотке обратной связи. При достижении напряжением обратной связи верхнего порогового значения, определяемого делителем R16, R17 и параметрами узла сравнения напряжения, открываются транзисторы VT5, VT8, а транзисторы VT6, VT7 закрываются. Энергия, накопленная в дросселе L2, через диод VD12 возвращается на шины питания ПН, заряжая конденсаторы С2, С4. По мере расхода энергии напряжение питания ПН уменьшается, и при достижении нижнего порогового значения транзисторы VT5, VT8 закрываются, а транзисторы VT6, VT7 открываются. Напряжение на шинах ПН начинает повышаться и т. д. Частота переключений импульсного регулятора напряжения вольтодобавки зависит от многих факторов: величин питающего напряжения, емкости конденсаторов выходных фильтров, сопротивления нагрузок емкости конденсатора С5; она колеблется в пределах 10...50 кГц.

Узел защиты от перенапряжения работает следующим образом. При повышении напряжения на шинах ПН (при каком-либо отказе) выше нормы срабатывает компаратор на однопереходном транзисторе VT2. Транзистор VT1 открывается и замыкает цепь питания обмотки II переключателя К1. Он срабатывает и отключает напряжение питания от ВИП (контакты К1.1, К1.2 размыкаются).

Конструкция ВИП зависит от примененных деталей и поэтому не приводится. Желательно только, чтобы ВИП был смонтирован на одной плате проводниками минимальной длины (возможно применение печатной платы) и с целью уменьшения излучаемых помех помещен в металлический корпус. Установка транзисторов на радиаторы не требуется.

Транформатор Т1 намотан на ферритовом кольце М2000НМ1-5 К20×12×6 (возможно применение также сердечников М1000НМ, М1500НМ, М2500НМС типоразмеров К21×11×5, К18×8×5). Обмотки с выводами 1—2, 2—3 мотаются в два провода проводом ПЭШО 0,1...0 и содержат по 74 витка, обмотка с выводами 4—5 — проводом ПЭШО 0,1...0,2 и содержит 9 витков, обмотки с выводами 6—7, 8—9 мотаются в два провода по 6 витков проводом ПЭШО 0,2...0,35.

Трансформатор Т2 намотан на сердечнике М2000НМ1-5 (возможно применение М1000НМ, М1500НМ, М2500НМС) К40×25×11 или К45×28×12. Обмотки с выводами 1—2, 2—3 мотаются в два провода по 40 витков проводом ПЭШО-0,57 равномерно в один слой по периметру кольца. Обмотки с выводами 4—5, 6—7 мотаются в два провода проводом МГТФ 0,07...0,14 и содержат по 2 витка. Обмотки с выводами 8—9, 9—10 мотаются в два провода и содержат по 24 витка провода ПЭШО 0,57. Обмотки с выводами 11—12, 12—13 мотаются в два провода и содержат по 10 витков провода МГТФ 0,07...0,14. Обмотки с выводами 14—30 мотаются равномерно по периметру кольца проводом МГТФ 0,07...0,14 (возможна замена на ПЭШО 0,35...0,57) и содержат соответственно 24, 9, 3, 3, 3, 1, 2, 4, 4, 2, 1, 3, 3, 3, 9, 24 витка.

Дроссель L2 выполнен на двух сложенных вместе сердечниках МП-140 К20×12×6,5 или К24×13×7,5 (возможно применение ферритового кольца, аналогичного используемому в трансформаторе Т1 с немагнитным зазором 0,15...0,3 мм) и содержит 100...150 витков провода ПЭШО 0,35...0,57.

Дроссель L1 типа ДМ-2,4-20, возможно применение дросселя, аналогичного L2. Дроссели L3 — L18 типа ДМ-0,2-200.

Дистанционный переключатель РПС42Б, паспорт РСЧ.520.722 можно заменить на РПС32, РПС34, РПС36 с паспортным напряжением 27 В.

Диоды КД103А можно заменить диодами КД102А, Б; КД104А; КД106А, диоды КД510А — диодами КД509А, КД522Б. Диоды КД213А можно заменить КД212А.

Транзисторы КТ630А (VT1, VT7, VT8) можно заменить на КТ630Б, КТ608А, КТ603Б, КТ815Г, КТ605А, КТ605Б. Транзисторы КТ630А (VT3, VT4) можно заменить на КТ604А, Б; КТ605А, Б; КТ831Г, КТ815Г, КТ653А. Транзистор КТ313А можно заменить на КТ203А — Г, КТ208А — М, КТ361А — Д. Транзисторы

КТ908А можно заменить на КТ808А, КТ926А, КТ805А, Б, КТ809А.

Диодные сборки КД906А можно заменить отдельными диодами КД106А, КД212А и другими на ток 0,2 А и напряжение до 100 В.

Вместо КС133А возможно применение КС433А, КС147А, КС447А, а вместо КС530А — последовательное включение трех диодов Д814Б, В.

В качестве оксидных конденсаторов желательно применить ЭТО, К52-2. Конденсатор С5 типа К53-1, К52-1, КМ-6, К10-17, К10-47. Остальные конденсаторы — керамические типа КМ-5а, возможна замена на КМ-5б, КМ-6, К10-17, К10-47.

Кнопки и клеммы могут быть любого типа, желательно малогабаритные.

Постоянные резисторы типа МЛТ, МТ, С2-23, подстроечные — СП5-2, СП5-3.

Правильно собранный из исправных деталей ВИП требует подстройки резисторов R2, R17. Перед включением следует установить движки резисторов R2 и R17 в положение, соответствующее максимальному сопротивлению. Подключая ВИП (клеммы X1, X2) к первичному источнику и установив на его выходе напряжение (20±1) В, нажимают кнопку SB1. Вращая шлиц резистора R17, устанавливают напряжение по вольтметру (10±1) В на клеммах X9, X13. Затем повышают напряжение первичного источника до (27±1) В. Вращением шлица резистора R17 устанавливают напряжение по вольтметру (11±0,1) В. Вращением шлица резистора R2 добиваются срабатывания узла защиты. Сделав несколько оборотов шлица резистора R17 в сторону, соответствующую уменьшению выходного напряжения, вновь включают ВИП нажатием кнопки SB1. Проверяют еще раз, при каком напряжении срабатывает узел защиты, вращением шлица резистора R17 в сторону, соответствующую увеличению выходного напряжения. При необходимости подстраивают резистор R2.

В заключение необходимо сделать точную подстройку выходного напряжения ВИП по вольтметру на (10±±0,1) В и проверить наличие всех выходных напряжений.

При необходимости можно изменить выходные напряжения ВИП, сохранив максимальную выходную мощность 60...100 Вт.

ЭЛЕКТРОНИКА — АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

СИГНАЛИЗАТОР АВАРИЙНОГО СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА

А. Лукаш

Как известно, при утечке масла из системы или отсутствии масляного давления двигатель любого автомобиля выходит из строя очень быстро. Для предотвращения выхода из строя двигателя водитель должен быть информирован привлекающим внимание сигналом сразу же при аварии в системе смазывания. К настоящему времени не все автомобили имеют подобное устройство, а стрелочные указатели давления в этом отношении неоперативны.

Предлагаемый сигнализатор аварии масляного давления предназначен для установки его в автомобилях марки «Москвич», где имеется только стрелочный указатель давления. Сигнализатор может быть установлен также на автомобилях других моделей.

Характерная особенность предлагаемого устройства (рис. 1), собранного на шести микросхемах, состоит в том, что водитель контролирует исправное состояние его перед выездом при пуске двигателя. Если система смазывания в исправном состоянии, то при включении зажигания должно наблюдаться мигание светодиода VD2 с частотой 1...2 Гц, а при пуске двигателя мигание прекращается. Мигание светодиода при работающем двигателе свидетельствует об аварийном состоянии системы смазывания (утечка масла из системы, отказ масляного насоса и т. д.). Светодиод устанавливается на панели приборов в непосредственной близости от стрелочного указателя давления масла.

В основу работы устройства положена зависимость частоты замыкания контактов датчика масляного давления от величины масляного давления в системе. На рис. 2 показаны временные диаграммы вибрации контактов датчика, измеренные осциллографом на контакте датчика.

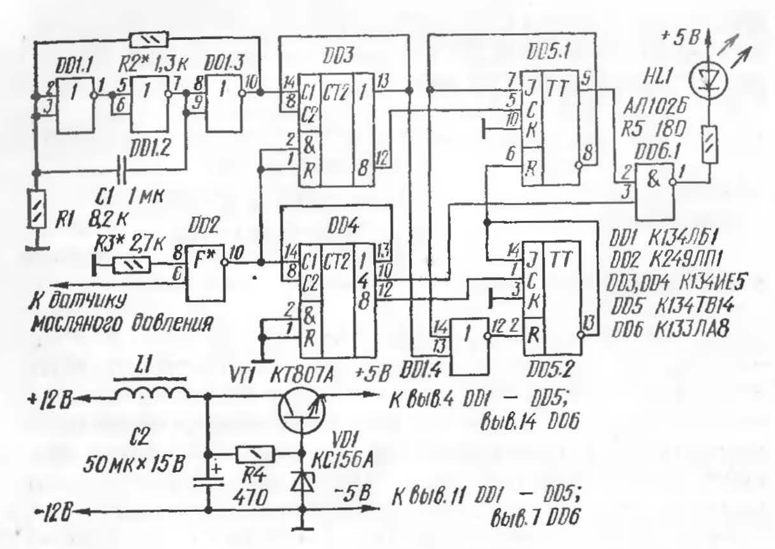


Рис. 1. Принципиальная схема сигнализатора

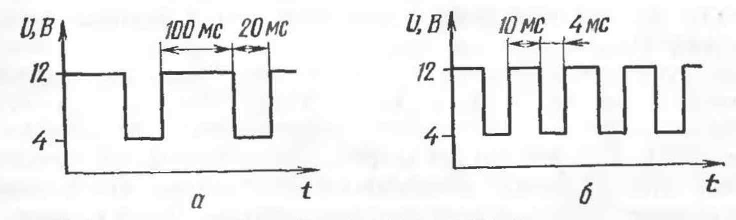


Рис. 2. Диаграмма вибраций контактов датчика:
а — малое давление; б — нормальное давление

Работа устройства заключается в следующем. Импульсы с датчика масляного давления (ДМД) поступают на вход микросхемы DD2, выполняющей роль гальванической развязки между контактами датчика и сигнализатором аварии масляного давления. Гальваническая развязка необходима ввиду различия напряжения питания микросхем и напряжения на ДМД. Инвертированные импульсы ДМД с контакта 10 микросхемы DD2 поступают на сброс счетчика DD3 и вход делителя на 16 (DD4).

На счетный вход счетчика DD3 поступает выходной сигнал генератора, собранного на элементах DD1.1, DD1.2, DD1,3. Генератор вырабатывает частоту в диапазоне 500...1000 Гц. Таким образом, импульсы с генератора заполняют счетчик, а импульсы, приходящие с ДМД, сбрасывают его. Из этого следует, что импульсы переноса на выходе 12 счетчика DD3 появляются в том случае, если датчик формирует импульсы с длительностью около 100 мс (рис. 2, а). При поступлении на R-вход DD3 более коротких импульсов (двигатель работает — рис. 2, б) счетчик не успевает заполниться до конца импульсами генератора и на выходе его присутствует логический 0.

Поступая на С-вход JK-триггера DD5.1, импульс переноса вызывает срабатывание этого триггера. На его выходе 9 устанавливается состояние логической 1, которое разрешает прохождение импульсов с вывода 10 DD4 на вход 3 микросхемы DD6.1. Частота поступления этих импульсов составляет 1...2 Гц в результате деления счетчиком DD4 частоты, формируемой оптоэлектронным переключателем-инвертором. На схеме рис. 1 установлен коэффициент деления, равный 8. Его можно изменить и сделать равным 2 или 4, для чего необходимо вход 3 DD6.1 соединить с выводом 13 или 9 микросхемы DD4.

JK-триггер DD5.2 предназначен для приведения JK-триггера DD5.1 в исходное состояние. При поступлении импульса с выхода делителя DD4 (контакт 12) на С-вход JK-триггера DD5.2 происходит перевод его в состояние логической 1 по заднему фронту импульса (на инверсном выходе 13 устанавливается логический 0). Триггер DD5.2 сбрасывается логическим 0, поступающим с вывода 13 микросхемы DD5.2. Одновременно на входе 12 микросхемы 2И-НЕ DD1.4 устанавливается логическая 1, которая разрешает прохождение сигнала с выхода 13 счетчика DD3 на R-вход JK-триггера DD5.2. Первым импульсом триггер переводится в нулевое состояние. Теперь оба триггера находятся в нулевом состоянии, JK-триггер DD5.1 вновь готов к приему информации по С-входу (вывод 5). Если импульсы переноса на С-вход DD5.1 не поступают, то на R-вход DD5.2 все время поступают импульсы, подтверждающие его сброс. Как только первый импульс переноса установит JK-триггер DD5.1 в единичное состояние, прохождение сигнала на R-вход микросхемы DD5.2 будет прекращено логическим 0 на выводе 12 микросхемы

DD1.4 и JK-триггер DD5.2 будет готов к сбросу JK-триггера DD5.1 очередным импульсом, поступающим на С-вход (вывод 1) с выхода 12 делителя DD4. Установка триггеров в исходное состояние или подтверждение установки происходит периодически через каждые 16 импульсов, вырабатываемых датчиком. Устройство приводится в исходное состояние также и при подаче питания, т. е. при включении зажигания.

Микросхема с открытым коллектором DD6.1 обеспечивает протекание тока через светодиод VD2 при установке JK-триггера DD5.1 в состояние логической 1. Если свечение светодиода недостаточно, то вместо него можно установить миниатюрную лампу накаливания НСМ 6,3×20, исключив при этом резистор R5.

Для питания можно использовать простейший стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторе VT1 (КТ807А) и стабилитроне VD1 (КС156А). Для снижения помех в цепи питания установлен дроссель L1 с индуктивностью 30 мГн.

Все микросхемы, используемые в устройстве, имеют планарное расположение выводов. При монтаже использована универсальная плата, предназначенная для установки микросхем серий 133, 134. Разводка межконтактных соединений осуществляется проводом МГТФ диаметром 0,12. Резисторы R1, R2, R3, R5 и конденсатор C1 установлены на дополнительных контактных площадках, можно использовать контактные площадки свободных посадочных мест микросхем. Аналогично можно выполнить монтаж стабилизатора напряжения.

В качестве DD1 можно использовать микросхемы 133ЛА3 или 106ЛА3, DD3, DD4 — 133ИЕ5, 133ИЕ2, обращая внимание на различие номеров контактов микросхем. Все резисторы в устройстве — типа МЛТ, конденсаторы C1 — типа КМ-6, C2 — типа К50-6.

Настройка сигнализатора заключается в установке порога переключения оптоэлектронного инвертора-переключателя DD2. Как видно из рис. 2, при напряжении на входе DD2, равном 4 В, входной ток должен быть недостаточный для переключения инвертора DD2. При напряжении, близком к 12 В, оптоэлектронный инвертор должен надежно переключаться. Порог переключения устанавливается резистором R3, т. е. следует добиться получения импульсов на выводе 10 DD2 при поступлении импульсов ДМД на вход 6. Резистором R2

регулируют частоту генератора импульсов. Ее необходимо установить такой, чтобы при работе двигателя на холостых оборотах наблюдалось помигивание светодиода, а при небольшом увеличении оборотов двигателя мигание прекращалось. Если это не удается выполнить с помощью резистора R2, то надо изменить емкость конденсатора C1, причем уменьшение емкости приводит к увеличению частоты импульсов генератора.

Смонтированную плату помещают в металлический экран соответствующих размеров и устанавливают в салоне автомобиля недалеко от панели приборов. Подключиться к ДМД можно на одном из контактов стрелочного указателя давления масла. Подача питания +12 В должна осуществляться после замка зажигания.

Необходимо заметить, что на разных автомобилях длительность и частота импульсов, вырабатываемых ДМД, будет отличаться от частоты и длительности импульсов, приведенных на рис. 2, но это не отразится на работе ввиду большой разницы указанных параметров импульсов при работающем и неработающем двигателе. Устройство также некритично к температурной нестабильности частоты генератора импульсов, сигнализатор хорошо зарекомендовал себя в работе.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАПИСЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЗВУКА

В ПОМОЩЬ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И БЫТА

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ЭЛЕКТРОНИКА — АВТОЛЮБИТЕЛЯМ

Издание для досуга

В помощь радиолюбителю

Выпуск 105

Составитель *Борис Глебович Успенский*

Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *В. А. Авдеева*
Корректор *В. Д. Синёва*

ИБ № 3056

Сдано в набор 27.08.88. Подписано в печать 29.03.89. Г-27203.
Формат 84×108 1/32. Бумага тип. 2. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Усл. п. л. 4,2. Усл. кр.-отт. 4,51. Уч.-изд. л. 4,17.
Тираж 800 000 экз. (II-ой з-д 500 001—800 000). Заказ 8—3760. Цена 30 к.
Изд. № 2/г-520.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР.
129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига», 252057, Киев, ул. Довженко, 3.